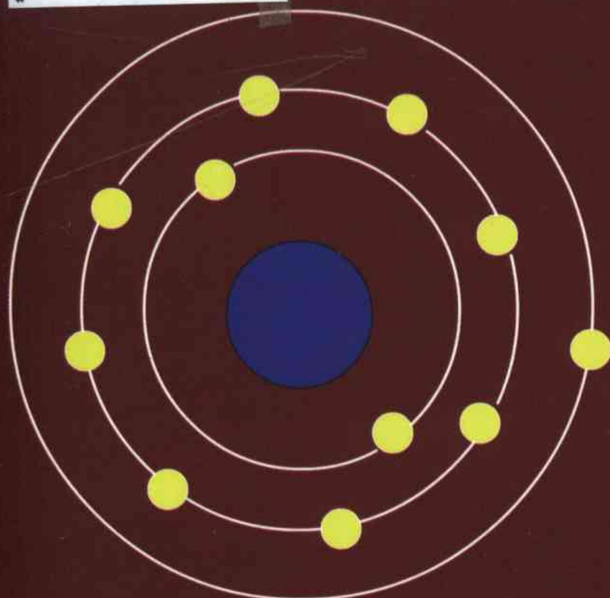


اتم، نیروی برتر

ما چه می خواهیم؟

پژوهشی همگانی در انرژی هسته ای و کاربرد آن

مرضیه برهان



اتم، نیروی برتر

ما چه می‌خواهیم؟

پژوهشی همگانی در انرژی هسته‌ای و کاربرد آن

مرضیه برهان

انتشارات کلبه کتاب



سرشناسه : برهان، مرضیه، ۱۳۵۴ -

عنوان و پدیدآور : اتم، نیروی برتر: ما چه میخواهیم؟: پژوهشی همگانی در انرژی هسته ای و کاربرد آن / مرضیه برهان

مشخصات نشر : شهرضا: کلبه کتاب، ۱۳۸۵

مشخصات ظاهری : ۸۲ ص

شابک : 964-96707-2-6

یادداشت : فهرست نویسی براساس اطلاعات فیپا

عنوان روی جلد : پژوهشی همگانی در انرژی هسته ای و کاربرد آن

موضوع : انرژی اتمی -- ایران -- سیاست دولت

موضوع : سلاحهای هسته ای -- ایران -- کنترل

موضوع : منع گسترش سلاحهای هسته ای

موضوع : آژانس بین المللی انرژی اتمی

رده بندی کنگره : K Z۵۶۷۵

نشانه اثر : ۲ الف ۴ ب /

رده بندی دیویی : ۳۲۷/۱۷۴۷۰۹۵۵

شماره کتابخانه ملی : م۸۵-۲۰۱۵۰



اتم نیروی برتر

مرضیه برهان

ناشر/ مؤسسه انتشاراتی کلبه کتاب

حروف‌چینی و صفحه‌آرایی/ زهرا احمدی

نوبت چاپ اول/ ۱۳۸۵

شمارگان/ ۱۰۰۰ نسخه

قیمت/ ۱۰۰۰ تومان

شابک: ۹۶۴-۹۶۷۰۷-۲-۶ *ISBN: 964-96707-2-6*

نشانی: شهرضا ـ چهارراه شهرداری ـ مؤسسه انتشاراتی کلبه کتاب

تلفن: ۲۲۳۱۵۱۵-۰۳۲۱

فهرست مطالب

مقدمه

از مدتی پیش که موضوع انرژی هسته‌ای ایران بحث داغ تمام خبرگزاری‌های بین المللی شد، و کشورهای مختلف مواضع گوناگونی در این زمینه از خود نشان دادند. جلسات مختلفی از یک سو بین سران عالیرتبه کشور با هم و از سوی دیگر بین سران کشور با مقامات بین‌المللی و نمایندگان آژانس انرژی هسته‌ای انجام شد نمایان‌گر اهمیت موضوع بود.

هنوز هم یکی از مهم‌ترین اخباری که از رسانه‌های گروهی جهان پخش می‌شود و اکثر مردم نسبت به آن حساس هستند و آن را پیگیری می‌نمایند اخبار مربوط به وضعیت انرژی هسته‌ای ایران است. آن چه امروز مدام به گوش می‌رسد این است که استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای حق مسلم هر کشوری است. هر چند که اکثر کشورهای غربی در لفافه‌ی به ظاهر متمدنانه، بهَ تولید و صدور تسلیحات اتمی می‌پردازند.

مقدمه

از مدتی پیش که موضوع انرژی هسته‌ای ایران بحث داغ تمام خبرگزاری‌های بین المللی شد، و کشورهای مختلف مواضع گوناگونی در این زمینه از خود نشان دادند. جلسات مختلفی از یک سو بین سران عالیرتبه کشور با هم و از سوی دیگر بین سران کشور با مقامات بین‌المللی و نمایندگان آژانس انرژی هسته‌ای انجام شد نمایان‌گر اهمیت موضوع بود.

هنوز هم یکی از مهم‌ترین اخباری که از رسانه‌های گروهی جهان پخش می‌شود و اکثر مردم نسبت به آن حساس هستند و آن را پیگیری می‌نمایند اخبار مربوط به وضعیت انرژی هسته‌ای ایران است. آن چه امروز مدام به گوش می‌رسد این است که استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای حق مسلم هر کشوری است. هر چند که اکثر کشورهای غربی در لفافه‌ی به ظاهر متمدنانه، به تولید و صدور تسلیحات اتمی می‌پردازند.

پس از این که کشورهای غربی مخصوصاً آمریکا از پیشرفت مهندسان هسته‌ای ایران آگاه شدند از ترس این که کشور اسلامی ایران بتواند با استفاده از فن‌آوری هسته‌ای به پیشرفت‌های مهمی در زمینه‌های پزشکی، کشاورزی، سوخت هسته‌ای و ... دست یابد در صدد برآمدند که با استفاده از حربه‌های گوناگون از جمله این که؛ ایران به سلاح اتمی دست یافته است از پیشرفت و ترقی کشور جلوگیری نمایند.

همه می‌دانیم که یکی از اصلی‌ترین کاربردهای انرژی هسته‌ای در زمینه تولید الکتریسیته است، هرچند که این انرژی کاربردهای فراوانی نیز در کشاورزی و پزشکی و ... دارد. اولین سؤالی که در ذهن انسان به وجود می‌آید این است که چرا استفاده از این انرژی مورد اعتراض کشورهای پیشرفته قرار می‌گیرد؟

چگونه می‌توان تصور نمود که از این نوع انرژی هم می‌توان استفاده‌های مفید و صلح‌آمیز نمود و هم در عین حال می‌تواند تهدید کننده جهان باشد؟

با مطالعه و دقت در سایر بحران‌هایی که پس از انقلاب و در شرایط گوناگون، قدرت‌های بزرگ و استعمار طلب به بهانه‌های مختلف برای کشور اسلامی‌مان پیش آورده‌اند بدین نتیجه دست می‌یابیم که آن‌ها هدفی جز دور نمودن ما از اهدافمان و نگه داشتن ما در شرایط عقب ماندگی و وابستگی ندارد.

لذا در هر زمان با توطئه و نقشه‌ای جدید به ستیز با ما برخاسته‌اندو در این راه نه تنها از راهکارهای سیاسی بلکه از راه‌های فرهنگی و به راه انداختن جنگ‌های تبلیغاتی و روانی نیز استفاده می‌نمایند. چنانچه در چند ماه اخیر شاهد رفتارهای آن‌ها در مورد پرونده هسته‌ای ایران بوده‌ایم.

مشوش نمودن اذهان عمومی و بدبین نمودن کشورهای جهان نسبت به توانمندی‌های هسته‌ای ایران، یکی از راهکارهایی است که آن‌ها به کار بسته‌اند تا بتوانند راحت‌تر و سریع‌تر به اَهداف شومشان برسند.

سؤالاتی که امروزه از طرف برخی افراد، گاه مغرضانه و گاه از روی بی‌اطلاعی در زمینه برخورداری ایران از انرژی هسته‌ای مطرح می‌شود، وظیفه سنگینی را بر دوش کارشناسان امر قرار می‌دهد.

این که چرا ایران می‌خواهد با تولید و بکارگیری سلاح هسته‌ای در خاورمیانه جنگ بر پا کند و یا این که در شرایط سخت اقتصادی امروز با وجود بیکاری جوانان، دستیابی به انرژی گران قیمت هسته‌ای چه ضرورتی دارد؟ و بیان این سؤال که، مگر انرژی هسته‌ای چیست که باید به خاطر آن اذهان بین المللی را علیه خود تحریک نموده و تحریم‌های درنظر گرفته شده از جانب آن‌ها را تحمل نماییم؟

چرا باید به خاطر این انرژی امنیّت کشور را در معرض تهدید و خطر قرار دهیم؟ و ده‌ها سؤال دیگر در این باره خود می‌تواند یکی از هزاران حربه‌ای باشد که دشمنان، برای محروم نمودن ما از حق مسلم‌مان بکار گرفته‌اند. هر چند باید گفت که مردم ما این بار نیز در برابر این چالش همانند سایر چالش‌هایی که از طرف مجامع بین‌المللی برای میهن اسلامی‌مان پیش آمده است راست قامت

ایستاده‌اند. چرا که در تمامی بحران‌ها، آن‌چه سران حکومت و دیپلمات‌های ایران را تشویق می‌نماید که با شجاعت در برابر قدرت‌های بزرگ سیاسی و اقتصادی بایستند و از حقوق حقه کشور دفاع کنند و از پذیرش ضرب‌الاجل‌ها و احتمال واکنش‌ها سر باز نزنند، پشتوانه واقعی مردمی است.

موقعیت فعلی نظام بین‌المللی پر از تزاحم و بی‌عدالتی است و در این اوضاع نابرابر بین‌المللی کشور ما موضعی جز ایستادگی و مقاومت جهت دستیابی به حقوقش نخواهد داشت.

امروزه کارشناسان سیاسی معتقد هستند که امنیت ملی کشور، تنها به حفظ مرزهای آن نیست، بلکه برای حفظ امنیت باید به توسعه و پیشرفت نائل شد زیرا کشور پیشرفته و توسعه یافته مسلماً امنیت بالاتری خواهد داشت و بدیهی است که یکی از پارامترهای مهم در امنیت کشور، توانمندی و دارا بودن انرژی هسته‌ای است.

آگاه سازی و اطلاع رسانی به اقشار مختلف مردم در مورد این فن‌آوری، وظیفه‌ای است که به عهده تمامی افراد کشور به خصوص

دستگاه‌های ذیربط می‌باشد. چرا که اگر مردم با فواید و ثمرات این انرژی و دلایل ضرورت دستیابی بدان آشنا گردند بهتر می‌توانند پشتیبان سران کشور باشند.

عکس۱: حمایت مردم از انرژی هسته‌ای

عکس۲: زنجیره مردم در حمایت از دانش هسته‌ای

هر چند روزنامه‌ها و مطبوعات کشور گام‌هایی در این زمینه برداشته‌اند و صدا و سیما به تولید برنامه‌هایی در این باره روی آورده است اما هنوز بسیاری از مردم و حتی اقشار تحصیلکرده جامعه با چگونگی تولید و فواید این انرژی مفید آشنا نیستند! و در اذهان عمومی سؤالات فراوانی در این باره وجود دارد.

برخی از سؤالاتی که اکثر مردم درباره انرژی هسته‌ای با آن روبرو هستند از این قرار است:

انرژی هسته‌ای از چه زمان و توسط چه کسی کشف شده است؟ چگونه انرژی هسته‌ایِ تولید و از آن بهره‌برداری می‌شود؟ و چه رابطه و چه مرزی بین انرژی هسته‌ای صلح‌آمیز با بمب اتمی

وجود دارد؟ از این انرژی در چه زمینه‌هایی می‌توان استفاده نمود؟ و سؤالات فراوان دیگری که در این مجال اندک نمی‌گنجد.

ما معلمان و فرهنگیان به عنوان پیشگامان پویا و فعال جامعه در عرصه تعلیم و تربیت باید در تمامی امور کشور سرآمد و در این مقوله نیز با آشنایی کافی و لازم، مظهر پویایی و پیشگام نهضت علمی جدید باشیم. و با آشنا نمودن مردم و بخصوص جوانان با این انرژی، دانش‌آموزان علاقه‌مند را به تحصیل در این زمینه هدایت نماییم تا در دانشگاه‌ها بتوانند با پرورش دانشمندان جوان هسته‌ای به ساخت نیروگاه‌های مورد نیاز پرداخته و از این راه باعث قدرتمندی و توانایی کشور شوند و در چشم‌انداز بیست ساله، کشور را به گونه‌ای به جلو ببرند که در نهایت، ایران از زمره کشورهای در حال توسعه، درآمده و به کشورهای توسعه یافته بپیوندد.

ما و همه دست‌اندرکاران امر باید مردم را آشنا و آگاه کنیم این فن‌آوری به عنوان یک دستاورد مهم علمی و پرونده ملی حساب شود و کارگزاران نظام و دولت آن را همانند ملی شدن صنعت نفت

به عنوان یک اقدام ملی محسوب و جهت ملی نمودن ایـن پرونـده و پایداری و حراست از آن کوشش کنند.

آن چه مرَا برآن داشت که به تحقیق و بررسی پیرامـون انـرژی هسته‌ای بپردازم، سؤالات فراوانی بود که درباره این انـرژی در ذهـن داشتم. هر چند که به طور روزانه اخبار رسانه‌ها را مرور می‌نمودم اما متأسفانه به اطلاعات مورد نیاز دست پیدا نکردم. تا این کـه تـصمیم گرفتم به تحقیق در این باره بپردازیم و نتیجه آن را در اختیار اقـشار مختلف مردم قرار دهم تا از این راه توانسته باشـم قـدمی هـر چنـد کوچک در اثبات این که انرژی صلح‌آمیز هسته‌ای حق مـسلم کـشور ماست برداشته باشم.

اما متأسفانه با وجود تلاش فراوانی نتوانستم به منـابعی در ایـن زمینه که جدای از مباحث تخصصی دشوار توانسته باشد این انرژی را به طور آسان تشریح نماید، دست یابم. اما به خاطر شـدت علاقـه‌ای که به کار در این زمینه داشتم و بـا وجـود احـساس مـسؤولیتی کـه می‌نمودم با مطالعه مجلات و تحقیق در سایت‌های گونـاگون و مـرور

تمامی خبرهای راجع به این مهم توانستم آن چه را پیش رو دارید فراهم نمایم.

لذا نکته‌ای که باید بدان اشاره نمایم این است که این کتاب جهت آگاه نمودن اقشار مختلف جامعه و همکاران محترمی است که در این زمینه تخصص ندارند و اصولاً هدف این مبحث بررسی تخصصی انرژی هسته‌ای نیست و در ابتدای امر از حضور اساتید و کارشناسان و متخصصان در این زمینه، به خاطر کمبودها و یا صرف نظر نمودن از بیان مطالب دشوار پوزش می‌طلبم و امیدوارم که کارشناسان محترم، قصور و کوتاهی مباحث را که از جمله دلایل آن نبود منابع کافی و مفید و در حد درک عوام و عدم تطابق بحث با رشته تحصیلی اینجانب است، را به دیده اغماض بنگرند.

مرضیه بَرهان

دبیر زبان عربی شهرستان دهاقان

اسفندماه ۱۳۸۴

فصل اول

➢ انرژی هسته‌ای چیست

انرژی هسته‌ای

می‌دانیم که موادی که در اطراف ما هستند از عناصر گوناگونی تشکیل شده‌اند. یعنی هر ماده ممکن است که از چند عنصر تشکیل شده باشد و هر عنصر از تعدادی اتم که تشکیل دهنده مولکول آن عنصر است به وجود می‌آید

ساختمان هر اتم از اجتماع سه ذره تشکیل شده است: الکترون با بار منفی، پروتون با بار مثبت و نوترون خنثی و فاقد بار. بارهای همنام یکدیگر را دفع می‌نمایند و بارهای غیر همنام همدیگر را می‌ربایند. اما نوترون چون خنثی است عکس‌العملی ندارد.

شکل ۳: ساختمان اتم ۱

در داخل هسته اتم هر عنصر، تعدادی پروتون و نوترون وجود دارد که اگر تعداد آن‌ها را بشماریم بدان عدد اتمی آن عنصر گویند. درون هسته، پروتون‌ها به سرعت از همدیگر دور شده و همدیگر را دفع می‌کنند. اگر وضع به همین منوال باشد هسته اتم از هم متلاشی می‌شود. اما نوترون‌های خنثی مانند محافظی از متلاشی شدن هسته جلوگیری می‌کنند. الکترون‌های منفی نیز مانند ستارگانی در اطراف هسته در مدارهای بیضی شکل نامنظمی می‌چرخند.

شکل ۴: ساختمان اتم ۲

پس اگر دقت کنیم این پروتون‌ها هستند که تصمیم دارند با قدرت دفع خود، هسته را متلاشی کنند. اما وجود فاصله‌ای متناسب در بین پروتون‌ها و نوترون‌ها موجب ایجاد تعادل در اتم می‌شود و از متلاشی شدن هسته جلوگیری می‌نمایند. این نیرو را **نیروی هسته‌ای** گویند. در واقع این نیروی هسته‌ای است که تعادل اتم را حفظ می‌نماید. اگر فاصله بین نوترون‌ها و پروتون‌ها از میزان معینی بیشتر شود دیگر نیروی هسته‌ای وجود ندارد و هسته متلاشی می‌شود اگر این فاصله از مقدار مشخص کمتر شود این نیرو بیشتر شده و از فروپاشی هسته جلوگیری می‌کند.

شکل ۵: ساختمان اتم ۳

می‌دانیم که تعداد عناصر شناخته شده در طبیعت ۹۲ عنصر است که هیدروژن اولین و ساده‌ترین عنصر و پس از آن هلیم، کربن ازت، اکسیژن و ... و فلزات روی، مس، آهن، نیکل و .. و بالاخره آخرین عنصر طبیعی به شماره ۹۲، عنصر اورانیوم است. هر چند بشر توانسته است با کمک واکنش‌های هسته‌ای در رآکتورهای اتمی و به طور

مصنوعی و با استفاده از شتاب دهنده‌های قوی ۲۰ عنصر دیگر بسازد اما همه آن‌ها ناپایدارند و عمر کوتاه دارند و با انتشار پرتوها تخریب می‌شوند.

تعداد پروتون‌های یک عنصر نام و محل قرار گرفتن آن عنصر را در جدول مندلیف مشخص می‌نماید. لذا اتم هیدروژن که یک پروتون دارد در خانه ۱ جدول و اتم هلیم در خانه ۲، اتم سدیم در خانه شاره ۱۱، و ... و اتم اورانیوم در خانه شماره ۹۲ قرار دارد یعنی دارای ۹۲ پروتون است.

موضوع دیگری که به ما کمک می‌کند بیشتر با بحث آشنا شویم مبحث پایداری و ناپایداری عناصر است. بدین معنی که اگر ما میلیون‌ها اتم آلومینیوم را در کنار هم قرار دهیم و عنصر آلومینیوم بسازیم و به مرور زمان به آن نگاه کنیم می‌فهمیم که این عنصر یک عنصر پایدار است زیرا به مرور زمان تغییری نخواهد کرد.

تا یک قرن پیش دانشمندان فکر می‌کردند که تمام عناصر پایدار هستند. اما به مرور زمان متوجه شدند که برخی عناصر ناپایدار هستند. آن‌ها ابتدا فهمیدند که تعداد نوترون‌ها در اتم‌های مختلف یک

عنصر همواره یکسان نیست و برای مشخص نمودن آن‌ها از هم از لفظ ایزوتوپ استفاده نمودند و اتم‌های مختلف یک عنصر را ایزوتوپ نامیدند. به عنوان مثال عنصر هیدروژن که اولین و ساده‌ترین عناصر است سه ایزوتوپ دارد که دو تا پایدار و یکی از آن‌ها ناپایدار است.

۱. هیدروژن معمولی که در هسته اتم خود فقط یک پروتون دارد و هیچ نوترونی ندارد و خطر متلاشی شدن هسته نیز وجود ندارد زیرا پروتون دیگری نیست که دو پروتون همدیگر را دفع کنند تا نیازی به حالت چسبانندگی نوترون باشد. این ایزوتوپ پایدار است.

۲. هیدروژن دوتریم در هسته خود یک پروتون و یک نوترون دارد و بسیار کمیاب است. گر چه می‌توان از آن آب ساخت اما میزان بالای آن سمّی است. این ایزوتوپ هیدروژن هم پایدار است و در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

۳. ایزوتوپ سوم هیدروژن (تریتیوم) که دو نوترون و یک پروتون دارد. این نوع هیدروژن ناپایدار است و با مرور زمان تجزیه شده و به هلیم تبدیل می‌شود.

اگر تعداد نوترون‌های یک هسته یک و نیم یا بیش از یک و نیم برابر پروتون‌های آن باشد این عنصر ناپایدار و رادیواکتیو است یعنی می‌تواند تجزیه شود و پرتوزایی نماید.

در طبیعت عناصر خاصی را می‌توان یافت که تمام ایزوتوپ‌های آن رادیواکتیو باشد. از جمله عنصر **اورانیوم** و عنصر **پلوتونیوم** که هر دو جزء عناصر سنگین هستند و در طبیعت وجود دارند و در بمب‌ها و نیروگاه‌های هسته‌ای از آن‌ها استفاده می‌شود.

اورانیوم به طور طبیعی یک فلز سخت، سنگین، نقره‌ای و رادیواکتیو با عدد اتمی ۹۲ است. از سال‌ها قبل، از این عنصر برای رنگ دهنده‌های لعاب سفال یا برای تهیه رنگ‌های اولیه در عکاسی استفاده می‌نمودند. اما از خاصیت رادیواکتیو آن بی‌اطلاع بودند و نمی‌دانستند که این عنصر می‌تواند یک منبع انرژی بسیار مهم باشد. این فلز در سراسر پوسته زمین موجود است و ۵۰۰ برابر طلا یافت می‌شود. عنصر اورانیوم متراکم‌تر از عنصر سرب است و همین تراکم موجب سنگین‌تر شدن آن شده است و لذا اگر یک گالن شیر وزنی حدود چهار کیلوگرم دارد همان گالن از اورانیوم ۷۵ کیلوگرم وزن دارد!!

البته تنها در برخی مناطق غلظت اورانیوم به حدیست که استخراج آن به صرفه و اقتصادی و امکان‌پذیر باشد. اورانیوم چهار ایزوتوپ دارد که فقط دو ایزوتوپ آن به علت داشتن نیمه عمر نسبتاً بالا در طبیعت و معدن یافت می‌شود. این دو ایزوتوپ عبارتند از: اورانیوم ۲۳۵ و اورانیوم ۲۳۸ که هر دو ۹۲ پروتون دارند اما نوع اول ۱۴۳ و دومی ۱۴۶ نوترون دارد و به علت وجود این سه نوترون اضافی در نوع دوم، این ایزوتوپ سنگین‌تر است و الا از نظر خواص شیمیایی هر دو ایزوتوپ یکسان هستند.

اورانیوم ۲۳۵ شکست‌پذیر است و در نیروگاه‌های اتمی با استفاده از این خاصیت، هسته را شکست می‌دهند و از حرارت ایجاد شده تولید انرژی الکتریکی می‌نمایند.

روش‌های دستیابی به انرژی درون هسته

با روش‌های گوناگونی می‌توان به انرژی نهفته در درون هسته دست یافت:

۱. روش شکافت هسته‌ای

با استفاده از روش‌های پیچیده صنعتی می‌توان هسته درون یک اتم که عدد اتمی آن بالاست را شکاف داد تا با شکاف آن مقداری از جرم اتم به انرژی تبدیل گردد.

۲. روش همجوشی یا گداخت هسته‌ای

در این روش دو اتم سبک را به یک اتم سنگین تبدیل می‌نمایند تا انرژی بیشتری آزاد شود. مانند اتفاقی که در خورشید می‌افتد و اتم‌های سبک هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شوند اما این روش به دما و فشار بالایی نیاز دارد که تاکنون این شرایط دشوار در زمین فراهم نشده است.

امروزه در اکثر نیروگاه‌های هسته‌ای و در ساخت بمب‌های اتمی از روش شکاف هسته استفاده می‌نمایند.

اورانیوم و غنی‌سازی آن

چنانچه می‌دانیم راکتورهای موجود در نیروگاه‌های هسته‌ای با استفاده از ماده سوخت که همان اورانیوم است کار می‌کنند و با ایجاد

حرارتی فراوان موجب تبخیر آب موجود در مخازن مخصوص می‌گردد و این بخار توربین‌های بزرگ را به حرکت درمی‌آورد و این توربین‌ها ایجاد الکتریسیته می‌نمایند. پس آن‌چه نقش مهمی را در این میان ایفا می‌کند اورانیوم اَست. زیرا این ماده می‌تواند راکتورها را به حرکت وا دارد.

اورانیوم عنصری نسبتاً معمولی و طبیعی و فلزی رادیواکتیو و پرتوزا است که در تمام دنیا و در سراسر پوسته زمین و حتی در آب اقیانوس‌ها و دریاها پیدا می‌شود. برای دستیابی به این ماده مراحل زیر طی می‌گردد:

۱) استخراج اورانیوم

برای استخراج این عنصر از راه‌های گوناگون پیچیده‌ای استفاده می‌شود، که رایج‌ترین آن‌ها حفاری‌های روزمینی و زیرزمینی است. در حفاری روزمینی ذخیره معدنی اورانیوم نزدیک سطح زمین قرار دارد و با کندن گودال‌های بزرگ در اطراف این ذخیره بدان دست پیدا می‌کنند. اما برای دستیابی به ذخیره‌های عمیق‌تر از حفاری‌های زیرزمینی استفاده می‌کنند.

گاهی نیز با تزریق آب اکسیژنه به داخل معدن، اورانیوم موجود در معدن را در این محلول‌ها حل می‌نمایند و آن را به سطح زمین می‌آورند سپس در کارخانه‌های مخصوص، اورانیوم را از این محلول‌ها جدا می‌سازند.

۲) آسیاب نمودن اورانیوم

در نزدیکی معادن اورانیوم کارخانه‌هایی می‌سازند که اصطلاحاً به آن‌ها آسیاب گویند. در این آسیاب‌ها ابتدا عمل شستشو انجام می‌شود تا سنگ‌های اورانیوم از سنگ‌های معدنی جدا گردد. سپس این اورانیوم در محلول‌های خاصی حل می‌گردد تا کم کم اورانیوم ته‌نشین شود و سپس اورانیوم را از آن محلول جدا می‌کنند.

در مرحله بعدی اورانیوم جدا شده از ناخالصی‌ها بعد از خشک شدن در بسته‌های استوانه‌ای مخصوص ۲۰۰ لیتری بسته‌بندی می‌گردد. این اورانیوم که از عمل آسیاب به دست می‌آید شامل ۸۰٪ اورانیوم است. با وجود این که سنگ معدن اورانیوم در حدود ۰/۱٪

اورانیوم دارد. به این پودر که آماده حمل برای مراحل بعدی است اکسید اورانیوم یا کیک زرد گویند.

شکل ۶: کیک زرد

باقیمانده موادی که در آسیاب‌ها ته‌نشین می‌شوند هر چند نیمه عمر کوتاهی دارند اما چون رادیواکتیو و پرتوزا هستند لذا باید در محیطی دور از محیط زیست و در شرایط خاص نگهداری شوند. این مواد می‌توانند با روش‌های پیچیده‌ای به سلاح‌های اتمی تبدیل گردند.

۲) تبدیل و تغییر (غنی‌سازی) اورانیوم

اورانیوم به دست آمده از آسیاب‌ها به طور مستقیم قابل استفاده در راکتورها نیست بلکه باید پردازش‌های دیگری نیز روی آن انجام گردد. به روش‌های پیچیده‌ای که انجام می‌گردد تا اورانیوم به سوخت راکتورها تبدیل شود غنی‌سازی اورانیوم می‌گویند.

آنچه امروزه در بحث‌های انرژی هسته‌ای زیاد به گوش می‌رسد بحث غنی سازی است. لذا در این جا به طور خلاصه به آن اشاره‌ای می‌کنم:

اورانیوم طبیعی از ۹۹/۳٪ ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۸ و ۰/۷٪ اورانیوم ۲۳۵ تشکیل شده است. آن چه مفید فایده است اورانیوم ۲۳۵ که قابل شکاف هسته است می‌باشد.

به طور خلاصه و قابل فهم برای همه، غنی سازی یعنی این که اعمالی روی اورانیوم طبیعی انجام شود تا درنتیجه اورانیوم ۲۳۵ بیشتر شده و اورانیوم ۲۳۸ کمتر شود.

این کار به روش‌های گوناگونی قابل انجام است اما مهم‌ترین و متداول‌ترین راهی که امروزه برای غنی سازی اورانیوم بکار گرفته می‌شود استفاده از دستگاهی به نام سانتریفوژ است.

آن‌چنان که در بحث‌های قبلی گفته شد تا سال‌ها دانشمندان نمی‌دانستند که اورانیوم خاصیت رادیواکتیو دارد. اما در سال ۱۹۳۸ هان، مایتنر و اشتراسمن به کشفی مهم دست یافتند که دنیا را تحت تأثیر قرار داد. آن‌ها پس از بررسی‌هایی متوجه شدند که می‌توان با انجام اعمالی هسته اورانیوم ۲۳۵ را شکاف داد.

این کشف و اعمالی که امروزه توسط دستگاه سانتریفوژ انجام می‌شود به زبان ساده بدین صورت است:

اگر در اطراف هسته اورانیوم ۲۳۵ یک نوترون به چرخش درآورده شود، هسته اورانیوم آن را جذب می‌کند و پس از جذب نوترون، هسته پایداری خود را از دست داده و شکسته شده و به دو یا چند هسته با جرم کوچک‌تر تبدیل می‌گردد. مسلم است که پس از شکافته شدن هسته، نوترون‌های خود هسته به حرکت و چرخش درمی‌آیند و موجب شکافت یا شکاف بعدی می‌شوند و این شکافت‌ها به صورت زنجیره‌ای ادامه می‌یابد و از شکافته شدن هسته‌های بسیار و پی در پی، انرژی بسیار زیادی به دست می‌آید.

به ازای هر اتمی که شکسته شود ۲۰۰ میلیون الکترون ولت انرژی، به اضافه دو تکه شکست و تعدادی نوترون رها شده از هسته‌ی شکافته شده که خود می‌تواند هسته‌های دیگر را بشکافد به دست می‌آید. این انرژی در مورد یک گرم اورانیوم در حدود صدها هزار مگاوات است، که اگر این شکافت‌ها به صورت زنجیره‌ای و پی‌درپی انجام شود در کمتر از یک هزارم ثانیه مشابه یک بمب اتمی عمل خواهد نمود.

اما اگر تعداد شکست‌ها در روی توده‌های اورانیوم را محدود نموده و در زمان‌های محدودی این کار انجام شود به طوری که در ازای یک شکست شکاف دیگری رخ دهد در واقع، شرایط یک نیروگاه اتمی به دست آمده است. تفاوت میان بمب‌های اتمی با نیروگاه‌های هسته‌ای در این است که برای ساخت یک نیروگاه هسته‌ای مقدار کمی اورانیوم طبیعی یا اورانیوم غنی شده کافی است، اما برای تهیه یک بمب اتمی به ۵ تا ۶ کیلوگرم اورانیوم ۲۳۵ صددرصد خالص نیاز است.

با توجه به آن‌چه بیان شد می‌توان فهمید که پرخرج‌ترین مرحله تهیه سوخت هسته‌ای، همین مرحله غنی سازی اورانیوم است. زیرا اگر ما هزاران کیلو سنگ معدن اورانیوم را به نیروگاه بیاوریم، تنها ۱۴۰ کیلو اورانیوم طبیعی به دست می‌آید، که فقط ۱ کیلو از آن اورانیوم ۲۳۵ خالص و قابل شکست است.

ساختار نیروگاه اتمی

شکل۷ : نیروگاه

نیروگاه اتمی را در واقع می‌توان یک بمب هسته‌ای بالقوه دانست که میله‌های مهارکننده و مواد خنک کننده مثل آب و گاز، دما و حرارت درون راکتورها را به بیرون می‌فرستند و لذا اگر روزی این میله‌ها و مواد انتقال دهنده‌ی حرارت، وظیفه خود را درست انجام

ندهند امکان انفجار نیروگاه حتمی است. همان‌طور که در ۲۶ آوریل سال ۱۹۸۶ در نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل *(Tchernobyl)* واقع در روسیه اتفاق افتاد.

هر چند در یک نیروگاه اتمی ارکان مهمی وجود دارند اما مهم‌ترین رکن آن راکتور است. در واقع به زبان ساده می‌توان گفت که راکتور وسیله‌ای است که در درون و قلب آن محفظه‌ای وجود دارد. اورانیوم ۲۳۵ که همان سوخت به حساب می‌آید را در استوانه‌ای مخصوص دربسته قرار می‌دهند و در قلب راکتور می‌گذارند. این راکتورها همانند کوره عمل می‌کنند با این تفاوت که مواد سوختی آن گاز و نفت و زغال سنگ نیست بلکه اورانیوم ۲۳۵ می‌باشد.

شکل۸ : ساختار راکتور

در یک نیروگاه هسته‌ای ارکان دیگری نیز وجود دارند که وظیفه مهمی را انجام می‌دهند. این ارکان عبارتند از:

۱) ماده سوخت

که از اورانیوم طبیعی، اورانیوم غنی شده و اورانیوم و پلوتونیوم تشکیل می‌شود. هرچند که این عمل را سوختن و اورانیوم را ماده سوخت می‌نامند. اما هرگز منظور از به کار بردن این اصطلاح، عملی همانند سوخت زغال یا نفت یا هر سوخت فسیلی دیگر نیست، بلکه

منظور از سوخت اورانیوم، همان عملی است که هر چند در مبحث قبلی به آن پرداخته شده اما برای فهم بهتر در این جا هم به آن اشاره‌ای می‌نماییم:

عمل سوخت هسته

در این واکنش با به چرخش درآوردن نوترون‌های کم انرژی در اطراف هسته اورانیوم ۲۳۵ قابل شکست باعث می‌شوند که هسته، آن نوترون را به درون خود بکشاند، سپس پس از ورود نوترون به داخل هسته، هسته پایداری خود را از دست می‌دهد و به دو تکه شکست و تعدادی نوترون آزاد شده تبدیل می‌گردد. این نوترون‌های رها شده خود عامل شکست هسته‌های دیگر می‌شوند. به ازای هر ۱۰۰ اتم که شکسته شوند، ۲۴۷ نوترون رها می‌شود.

آن چه مهم و کلیدی است این که باید بر روی این شکست‌ها کنترل دقیق وجود داشته باشد. و الا اگر این شکست‌ها در داخل یک توده اورانیوم به صورت زنجیره‌ای و مهار گسیخته روی دهند در اندک زمانی یک انفجار عظیم روی خواهد داد.

۲) نرم کننده‌ها

منظور موادی هستند که پس از رهاسازی نوترون‌های هسته، در مسیر آن نوترون‌ها قرار داده می‌شوند تا از میزان انرژی آن‌ها کاسته شود.

۳) میله‌های مهار کننده

این میله‌ها در درون راکتورها تعبیه شده‌اند و خاصیتی دارند که می‌توانند نوترون‌ها را به سوی خود بکشانند و آن را جذب نمایند. این کار باعث می‌شود که پس از رها شدن نوترون‌های فراوان از هسته‌های شکسته شده، تعدادی از نوترون‌ها به سوی میله‌های مهار کننده کشانده شده و جذب میله‌ها شوند. اگر این کار درست انجام نگردد در یک هزارم ثانیه به علت افزایش رو به رشد و مهار نشده‌ی نوترون‌ها، قدرت راکتور چند برابر شده و حالت انفجار پیدا می‌کند.

۴) مواد خنک کننده

هنگامی که هسته‌ها شکسته شده و نوترون‌های فراوان رها می‌شوند در درون راکتور حرارت زیادی حاصل می‌شود. این مواد خنک کننده انرژی حاصل از این شکست‌ها را به خارج راکتور انتقال

می‌دهند و در محفظه دیگری کـه درون آن آب اسـت ایـن انـرژی و گرمای به دست آمده از راکتور را به آب منتقل می‌کننـد. لـذا آب در اثر این گرمای شدید تبخیر می‌شود؛ بخـار متـراکم شـده تـوربین‌هـای ژنراتورهای مولد برق را به گردش درمی‌آورد. البته نکته جالب‌تر ایـن که این مواد خنک کننده وقتی گرمای راکتور را به آب منتقل نمودند و خود دوباره سرد شدند به داخل محفظه مبادله کننده در درون راکتـور برمی‌گردند.

این مواد خنک کننده که می‌تواند موادی از قبیـل گـاز CO_2، آب، آب سنگین، هلیم گازی و یا سدیم مـذاب باشـد چـون از درون قلـب راکتور خارج می‌شوند و در معرض تابش پرتوهای رادیواکتیـو هـستند بسیار خطرناک می‌باشند.

تشعشعات رادیواکتیو

وقتی در درون راکتور، شکافت‌های زنجیره‌ای روی اتم‌هـا صـورت می‌گیرد در اثر این واکنش‌های پی‌درپی و مداوم محصولات فراوانی در راکتور تولید می‌گردد که اغلب آن‌هـا ناپایـدار هـستند. از جملـه ایـن تولیدات، پرتوهای گاما، ذرات بتا و آلفا می‌باشـند. بـه ایـن سـه پرتـو

رادیواکتیو می‌گویند که نوع گامای آن از همه خطرناک‌تر است. چرا که فرکانس و جرم و انرژی بسیار بالایی دارد، لذا اگر به بدن انسانی برخورد نماید از ساختار سلولی او عبور می‌کند و در مسیر حرکتش باعث تخریب ماده *DNA* انسان می‌گردد و در نتیجه، زمینه بروز انواع سرطان‌ها، سندروم‌ها و نقایص غیرقابل جبران و لاعلاج دیگر فراهم می‌شود و غالباً این نقایص حتی به نسل‌های آینده نیز منتقل خواهد شد.

تشعشعات حاصل از بمب‌های اتمی می‌تواند تا شعاع پنجاه کیلومتری پراکنده گردد و تا سالیان سال مانع ادامه حیات موجودات زنده در محل‌های پراکنده شده باشد. از جمله اثرات زیانبار این پرتوها می‌توان به آلودگی آب‌های زیرزمینی، زمین‌های کشاورزی و حتی محصولات آن اشاره نمود.

ولی با وجود این همه اثرات زیانبار باز هم باید گفت که اورانیوم یک ماده ارزشمند طبیعی است که در کنار همه سوء استفاده‌ها، از آن می‌توان مطابق اصول بشردوستانه استفاده نمود. مهم‌ترین استفاده از آن؛ تولید انرژی الکتریسیته است. چرا که از یک کیلوگرم اورانیوم

می‌توان چهل هزار ساعت انرژی برق تولید کرد که این مقدار الکتریسیته معادل مصرف ده تن زغال سنگ و یا ۵۰,۰۰۰ گالن نفت است!!!

امروزه علاوه بر این با تاباندن پرتوهای رادیواکتیو بر روی اورانیوم ۲۳۸ موجود در قلب راکتور و طی واکنش‌های پیچیده شیمیایی، آن را به اورانیوم ۲۳۹ تبدیل می کنند که خود ایزوتوپی ناپایدار است و در عرض ۲۴ دقیقه از بین می‌رود اما با استفاده از روش‌های دیگر آن را به پلوتونیوم ۲۳۹ تبدیل می‌کنند. این ایزوتوپ‌هایی که با این روش‌ها به وجود می‌آیند هر چند مصنوعی هستند مصارف مهمی دارند. از جمله از بسیاری از آن‌ها در علم پزشکی و کشاورزی استفاده می‌شود.

کاربردهای انرژی هسته‌ای

۱) تولید برق

مهم‌ترین کاربرد این انرژی، تولید برق است. چنان که می‌دانیم در قرن حاضر، انرژی‌های فسیلی جهان رو به اتمام است و تنها منبع پایدار انرژی جهان، انرژی هسته‌ای است. بنابراین نه تنها ایران بلکه همه کشورهای جهان باید برای دستیابی به این انرژی تلاش نمایند.

هر چند کشور ایران یکی از صادر کنندگان بزرگ نفت است. اما با توجه به رشد سریع جمعیت و توجه به حفظ منابع سوخت فسیلی برای نسل‌های آینده، ایران در سال‌های آینده از صدور نفت محروم خواهد شد. لذا از اکنون باید به فکر منابع جدید انرژی بود. چنان چه در دو کشور چین و هند از منابع متنوع انرژی استفاده می‌شود.

در حال حاضر سوخت هسته‌ای در حدود ۷۰٪ برق کشور فرانسه را تامین می‌کند. دو کشور امریکا و روسیه نیز با وجود این که به منابع نفت و گاز دسترسی دارند اما از برق هسته‌ای استفاده می‌کنند. در کشور امریکا ۱۰۴ نیروگاه هسته‌ای وجود دارد و جالب است بدانیم که یک نیروگاه هسته‌ای ۹۰٪ ایام سال بدون نوسان کار می‌کند و برق تولید می‌نماید.

امروزه ۴۰ کشور جهان از توان تولید برق هسته‌ای برخوردار هستند و بر اساس آخرین آمارها در سال ۲۰۰۵ میلادی ۴۴۷ نیروگاه هسته‌ای در جهان وجود داشته و در حدود ۲۸ نیروگاه نیز در دست ساخت است.

چنان‌چه در بخش‌های قبلی گفته شد تولید برق در نیروگاه هسته‌ای از طریق انتقال حرارت موجود در راکتور به مخازن آب و تبخیر آب‌ها جهت به حرکت درآوردن توربین‌های تولید برق می‌باشد. این برق تولیدی از راه سوخت اورانیوم در راکتور برابر با مصرف هزاران تن سوخت فسیلی است.

۲) استفاده از انرژی هسته‌ای در علم پزشکی

استفاده در درمان بیماری‌ها، استفاده در نشان‌دار کردن ویروس‌ها و نمونه‌های زیستی برای شناسایی آن‌ها گونه‌های دیگری از این فن‌آوری گسترده است. در مراکز پزشکی هسته‌ای با استفاده از مواد رادیواکتیوی که از سازمان انرژی هسته‌ای دریافت می‌نماید، موادی به نام رادیودارو تولید می‌کنند که این رادیوداروها در دو جنبه استفاده می‌شوند. ۱ـ جنبه تشخیصی. ۲ـ جنبه دارویی و درمانی.

رشته پزشکی هسته‌ای در ایران یک رشته جدید و جوان است و بالطبع پزشکان این رشته نیز جوان و تازه کار هستند، چرا که این رشته هر چند از زمان قبل از انقلاب به ایران وارد شد اما تخصّصی نبود ولی از سال ۱۳۶۰ رشته پزشکی هسته‌ای در دانشگاه تهران ایجاد شد و

امروزه پزشکان این رشته به موفقیت‌های فراوانی در ایـن زمینـه و بـه خصوص در زمینه تشخیص بیماری‌ها دست یافته‌اند از جمله:

۱ـ اسـتفاده از یـک نـوع رادیـودارو بـه نـام تـالیوم ۲۰۱ بـرای تصویربرداری از قلب و مشاهده عیوب عروق کرنل. در واقع بـه جـای استفاده از روش آنژیو که روشی دشوار می‌باشد و بیماران قلبـی بـسیار از این روش هراسان می‌شوند از اسکن قلب استفاده می‌کنند که عـلاوه بر راحت‌تر بودن این روش، همزمان می‌تـوان اکـو و تـصویربرداری از قلب را انجام داد.

۲ـ استفاده از انواع رادیوداروها برای درمان بیماری‌های تیروئید و همچنین استفاده از این مواد برای بهبود بخشیدن به حال بیمـارانی کـه تحت عمل جراحی تیروئید قرار گرفته‌اند.

۳) استفاده از انرژی هسته‌ای در علم کشاورزی

عرصه‌های کشاورزی یکی دیگر از حوزه‌هایی است که می‌تـوان از این انرژی در آن اسـتفاده نمـود. محققـان مراکـز تحقیقـات هـسته‌ای کشاورزی بخش زیادی از تلاش و وقت خـود را در سـالیان اخیـر بـه کارکرد این انرژی در کشاورزی اختصاص داده‌اند. اصلاح بذر و تولیـد

موادی برای دفع آفات و ... از جمله اموری است که به کمک انرژی هسته‌ای قابل انجام است.

۴) نقش انرژی هسته‌ای در پیشرفت علمی کشور

تکنولوژی هسته‌ای، میعادگاه علوم دیگر است چرا که بیشتر علوم و تکنولوژی‌ها مثل مکانیک، شیمی، مواد، برق و ... در آن دخالت دارد. درست مانند تولید خودرو که خود به پیشرفت سایر علوم نیز کمک می‌کند. یعنی اگر کشوری در زمینه فن‌آوری هسته‌ای به رشد همه جانبه دست پیدا نماید صنعتش در سطح بالایی از رشد قرار خواهد گرفت. در واقع اگر متخصصان کشور ما بتوانند با پشتکار خود دستگاه سانتریفوژ بسازند و مراحل غنی سازی اورانیوم را خود انجام دهند گام‌های بلندی را به سوی توسعه یافتگی ایران برداشته‌اند. زیرا برای اجرای این مراحل دشوار ناچارند که از علوم مختلف مهندسی، مکانیک، شیمی و غیره استفاده کنند.

فصل دوم

➢ تاریخچه انرژی هسته‌ای



آغاز فعالیت‌های هسته‌ای در جهان

هانری بکرل نخستین کسی بود که فهمید سنگ معدن اورانیوم پرتودهی عجیبی دارد. پس از آن در سال ۱۹۰۹ میلادی رادرفورد هسته اتم را کشف نمود و نشان داد که پرتوهای رادیواکتیو سه‌گونه (آلفا، بتا و گاما) هستند. چندی بعد دانشمندان متوجه شدند که منبع این پرتوها درون هسته اتم است. در سال ۱۹۳۸ دو دانشمند آلمانی به نام‌های اتوهان و فریتس شتراسمن آزمایشاتی را انجام دادند و فیزیک هسته‌ای را یک گام به جلو بردند. آن‌ها توانستند با به گردش درآوردن نوترون به دور هسته، هسته را بمباران کرده و به عناصر پرتوزا دست یابند. می‌توان گفت که این کشف اولین قدم برای تولید سلاح اتمی بود. زیرا چنان چه در فصل قبل بدان اشاره شد اگر شکافت هسته بدون محدودیت انجام شود انرژی بسیار بالایی آزاد می‌گردد.

بعدها دانشمند دیگری به نام انریکو به خاطر تحقیقاتش در این زمینه جایزه نوبل را از آن خود کرد.

در سال ۱۹۳۹ و قبل از شروع جنگ جهانی دوم دانشمندان هراس این را داشتند که مبادا محققان آلمانی از جمله هایزنبرگ

بتوانند با استفاده از انرژی هسته‌ای به تولید بمب اقدام کنند. لذا از آلبرت انیشتین درخواست کردند که طی نامه‌ای به فرانکلین روزولت رئیس جمهور وقت آمریکا موضوع را بیان کند.

جالب این که هرگز هایزنبرگ آلمانی این بمب را نساخت بلکه دولت‌مردان آمریکایی برای پیشی گرفتن از آلمان پروژه مانهتن را اجرا نموده و از انریکو خواستند تا بمب اتمی بسازد.

شکل۹ : بمب اتمی در ناکازاکی

سه سال بعد در دوم دسامبر ۱۹۴۲ نخستین راکتور اتمی دنیا در دانشگاه شیکاگو آمریکا برای استفاده در زیردریایی‌ها توسط شرکت وستینگهاوس ساخته شد. این راکتور که توسط برنده جایزه نوبل یعنی انریکو ساخته شده بود شکلی کروی داشت و شامل چندین تن گرانیت و اورانیوم رادیواکتیو بود. هنگامی که انریکو به مدت چهار و نیم دقیقه واکنش زنجیره‌ای شکافت را ادامه داد نیرویی در حد نیم وات الکتریسیته تولید شد. او همان ابتدا فهمید که با استفاده از میله‌های مهار کننده می‌تواند زنجیره شکافت را کنترل کند. در واقع انریکو اولین

کسی بود که واکنش زنجیره‌ای هسته را واقعاً درک و با این کشف خود، نیروی هسته‌ای را به بشر اهدا نمود.

اما اولین راکتوری که برای تولید برق طراحی شد در شوروی و در ژوئن ۱۹۵۴ بود. بعد کشور انگلیس به ساخت راکتور بزرگ برای استفاده‌های صنعتی در سال ۱۹۵۶ اقدام نمود.

از سال ۱۹۶۶ تا ۱۹۸۵ در ساخت نیروگاه‌های اتمی جهش‌های فراوانی صورت گرفت و در بین سال‌های ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۶ هر سال ۳۰ نیروگاه در جهان ساخته می‌شد، زیرا با توجه به بالا رفتن قیمت نفت، کشورها سعی نمودند که برای تولید انرژی مورد نیازشان به انرژی هسته‌ای رو آوردند.

اما امروزه از آن جهش، خبر چندانی نیست و از سال ۱۹۸۶ سالیانه تنها ۴ راکتور اتمی در جهان ساخته می‌شود و کشورهای جهان روند گوناگونی را در این زمینه داشته‌اند. مثلا انگلستان تا سال ۱۹۶۵ در ساخت نیروگاه اتمی در جهان پیشرو بود، اما اکنون این روند کاهش یافته است. آمریکا درست برعکس عمل نموده و در حالی که تا اواخر دهه ۱۹۶۰ تنها ۱۷ نیروگاه اتمی داشت در طول دهه‌های ۱۹۷۰ و

۱۹۸۰ بیش از ۹۰ نیروگاه اتمی ساخته است. این رشد به علت افزایش رو به رشد تقاضای انرژی در این کشور می‌باشد.

هم اکنون فرانسه ۷۵٪ از برق مورد نیاز خود را از انرژی هسته‌ای تولید می‌کند و با داشتن این آمار در صدر کشورهای هسته‌ای جهان قرار دارد.

پس از آن لیتوانی ۷۳٪، بلژیک ۵۷٪، بلغارستان و اسلوواکی ۴۷٪، سوئد ۴۶/۸٪ و آمریکا ۲۰٪ برق خود را از انرژی هسته‌ای به دست می‌آورند. بهتر است بدانیم که منطقه آسیا و اروپای شرقی به ترتیب مناطق اصلی جهان در ساخت نیروگاه اتمی هستند. ژاپن با ساخت نیروگاه‌های بزرگ در صدر کشورها قرار دارد و پس از آن چین، کره جنوبی، قزاقستان، رومانی، هند و روسیه قرار دارند.

در طی دو دهه اخیر کشورهای کانادا، آرژانتین، فرانسه، آلمان، آفریقای جنوبی، سوئیس و آمریکا در استفاده از انرژی هسته‌ای روند ثابتی را داشته‌اند.

فعالیت‌های هسته‌ای در ایران

۱) فعالیت‌های هسته‌ای قبل از انقلاب اسلامی

نخستین قدم جدی برای استفاده از انرژی هسته‌ای در ایران در سال ۱۳۳۵ برداشته شد. دانشگاه تهران مرکزی را تحت عنوان «مرکز اتمی دانشگاه» برای آموزش و پژوهش بنا نمود. چندی بعد در سال ۱۳۳۷ این دانشگاه پیشنهاد ساخت یک راکتور اتمی را به هئیت دولت داد. تئوری‌های هسته‌ای ایران در آن زمان بسیار بلند پروازانه بود و شاه بدان علاقه نشان می‌داد. در همین زمان که مصادف با دهه ۵۰ میلادی بود کشور آمریکا اولین کشوری بود که ما را به داشتن این انرژی ترغیب نمود و در راستای طرح خودش مبنی بر «اتم برای صلح» طرح یک راکتور را به ایران اهدا کرد.

عملیات ساخت این راکتور در دانشگاه تهران در سال ۱۳۴۰ آغاز و در سال ۱۳۴۶ مورد بهره‌برداری قرار گرفت. ظرفیتِ این راکتور ۵ مگاوات بود و تا سال ۱۳۵۷ اورانیوم غنی شده آن را آمریکا تأمین می‌نمود. نکته‌ای که نباید از آن غافل ماند هدف آمریکا از بهره‌مند

نمودن ایران از تکنولوژی هسته‌ای است. این هدف را در دو قالب می‌توان بیان نمود.

۱ـ با توجه به این که آمریکا در جنگ جهانی دوم دو شهر را با بمب اتمی ویران نموده بود می‌خواست بدین وسیله و با شعار «اتم برای صلح» فضای مشوش به وجود آمده را تعدیل نماید تا جهت‌گیری‌های جهانی را به سمت سایر کشورها سوق دهد.

۲ـ این دوران مصادف بود با جنگ سرد بین دو ابرقدرت جهان یعنی آمریکا و شوروی و آمریکا بارها ترس خود از حمله شوروی به ایران و الحاق ایران به شوروی و در نتیجه از دست رفتن پایگاه آمریکا در منطقه خاورمیانه را بیان نموده بود و می‌خواست با مسلح نمودن ایران به سلاح اتم در واقع منافع خود را در منطقه حفظ نماید. به هر حال در طی دو دهه ۳۰ و ۴۰ شمسی، ایران به یک راکتور ۵ مگاوات مجهز شده بود. علاوه بر آن فعالیت‌های دیگری نیز در این زمینه انجام شد از جمله؛ ایجاد مرکز پزشکی هسته‌ای در دانشگاه تهران.

در سال ۱۳۵۳ سازمان انرژی هسته‌ای ایران تاسیس شد و مرکز اتمی دانشگاه تهران تحت نظر این سازمان قرار گرفت. پس از ایجاد

سازمان انرژی هسته‌ای، دولت سرمایه‌گذاری‌های وسیع‌تری را به تحقیقات اتمی اختصاص داد. از جمله طرح‌های دولت؛ ایجاد ۲۳ نیروگاه در برنامه‌ای ۱۵ ساله بود و برای این کار ۴۴۰۰۰ نفر در این طرح‌ها مشغول به کار شدند و بسیاری برای فراگیری علوم مورد نیاز به صورت بورسیه به خارج کشور اعزام شدند. بین سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۵۷ حدود ۷ نیروگاه در دست بررسی بود که از جمله آن‌ها می‌توان به نیروگاه‌های اتمی بوشهر، کارون، ساوه و اصفهان اشاره نمود. ظرفیت این نیروگاه‌ها بیش از ۹۶۰۰ مگاوات بود. آنچه بدیهی به نظر می‌رسد اینکه با ایجاد نیروگاه‌های بیشتر بالطبع به سوخت غنی شده بیشتری نیاز است لذا همزمان با طرح نیروگاه‌ها دولت تصمیم گرفت به کمک فرانسه به تولید سوخت هسته‌ای در ایران اقدام نماید. و به همین خاطر در سال ۱۳۵۳ مرکز هسته‌ای اصفهان به منظور پشتیبانی علمی از فناوری هسته‌ای و همچنین تولید سوخت هسته‌ای با کمک آلمان ایجاد شد.

تا قبل از انقلاب نیروگاه اتمی بوشهر که ساخت آن از سال ۱۳۵۴ با کمک آلمان آغاز شده بود در حدود ۸۵٪ امور ساختمانیش و

۶۰٪امور برقی و مکانیکی آن انجام شده بود در نیروگاه کارون نیز تا قبل از انقلاب مراحل آماده سازی مکان استقرار رآکتورهای فرانسوی انجام شده بود. قول نامه نیروگاه ساوه نیز تا قبل انقلاب با شرکت آلمانی منعقد شده بود.

۲- فعالیت‌های هسته‌ای پس از انقلاب

پس از جریان انقلاب اسلامی، کشور آلمان از ادامه تعهدات خود در نیروگاه بوشهر سر باز زد و با وجود غرامت خواهی ایران و ارجاع پرونده به دادگاه بین‌المللی لاهه هنوز ایران نتوانسته است نه تنها غرامت بلکه مبالغ پرداخته شده اصلی به آلمان را باز پس گیرد.

پس از این ماجرا ایران به دنبال جایگزینی برای آلمان بود و توانست با روسیه وارد بحث شود و در سال ۱۹۹۵ قرارداد ساخت نیروگاه اتمی بین دو کشور بسته شد اما در سه مرحله به تعویق افتاد و هنوز نیز تکلیف این قرارداد معین نشده است هر چند در تیر ماه ۱۳۸۴ رئیس آژانس روسیه اعلام نمود که تا سال ۲۰۰۶ نیروگاه اتمی مورد قرارداد این کشور کار خود را آغاز می‌کند. از زمانی که بین

ایران و روسیه قرارداد ساخت نیروگاه امضاء شد این نیروگاه تحت بازرسی‌های آژانس بین‌المللی انرژی اتمی قرار گرفت.

در سال ۱۳۷۲ در پی سفر رئیس جمهور وقت - هاشمی رفسنجانی- به کشور چین دو قرارداد مبنی بر ساخت دو نیروگاه تحقیقاتی در ایران و تأمین مواد اولیه سوخت هسته‌ای با چین بسته شد. یعنی چینی‌ها متعهد شدند که با ایجاد کارخانه *UCF* اصفهان مواد اولیه سوخت آن دو نیروگاه مطرح شده در قرارداد را تأمین نمایند. اما پس از علنی شدن مطلب و فشارهای بسیار آمریکا چینی‌ها قرارداد ایجاد آن کارخانه در اصفهان را فسخ نموده و حتی ابتدا حاضر نشدند مبالغ از پیش فرستاده شده توسط ایران را برگردانند. اما با مذاکرات زیاد، ایران توانست علاوه بر مبالغ پرداخت شده، از چین غرامت نیز دریافت کند.

پس از این ماجرا متخصصان ایرانی با توکل به خدا و آگاهی به این مسئله که هیچ کشوری حاضر به همکاری با ایران نیست به تلاشی شبانه روزی دست زدند.

بالاخره در ۲۴ اسفندماه ۱۳۸۲ طراحی و ساخت *UCF* اصفهان تمام شد و به بهره‌برداری رسید. جالب این که بدانیم چینی‌ها قرار بود طرح *UCF* اصفهان را طی ۱۱ سال اجرا نمایند اما متخصصان ایرانی بین سال‌های ۷۹ تا ۸۳ این طرح را به اتمام رساندند. در این میان ایران توانست ا کمک دلالان خارجی به نقشه‌های راکتورهای اتمی دست یابد و با ساخت وسایل مورد نیاز در داخل و گاه وارد نمودن آن‌ها از خارج به پیشرفت‌های چشمگیری نائل گردد. آن چه متخصصان را به تلاش در این زمینه ترغیب می‌نماید این است که راکتور اتمی تهران در سال‌های پایان عمر خود قرار دارد و در سال ۱۳۸۸ باید خاموش گردد و در این صورت چگونه می‌توان به مواد مورد نیازی که امروزه با کمک این راکتور به دست می‌آید دست یافت؟ از جمله تنها راکتوری که اکنون در کشورمان به تولید رادیوداروها مشغول است راکتور اتمی تهران است و اگر ما برای آن جانشینی نداشته باشیم چه کسی جوابگوی هزاران هزار بیماری است که از طریق رادیوداروها درمان می‌شوند؟

به طور خلاصه می‌توان گفت که متخصصان ایرانی پس از انقلاب توانسته‌اند به پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه انرژی هسته‌ای نائل گردند از جمله:

۱) استخراج اورانیوم از معادن ساغند یزد در اعماق ۲۰۰تا۳۰۰متری

۲) تبدیل سنگ اورانیوم به کیک زرد

۳) تبدیل کیک زرد از راه فن‌آوری اورانیوم به گاز UCG در اصفهان

۴) غنی‌سازی این گاز در تاسیسات نطنز و تولید اورانیوم غنی شده برای مصرف در نیروگاه‌های آب سبک

۵) راه‌اندازی تاسیسات تولید آب سنگین در اراک و بهره‌برداری از راکتور آب سنگین در چند سال آینده

۶) اجرای مراحل نیروگاه اتمی بوشهر و راه‌اندازی آن تا سال ۲۰۰۶ میلادی

تفاوت رفتار کشورهای جهان با ایران قبل و بعد از انقلاب

با توجه به آنچه در مباحث قبلی بیان شد می‌توان فهمید که فعالیت‌های هسته‌ای ایران در قبل از انقلاب با موافقت کشورهای غربی و به خصوص آمریکا همراه بوده است و علاوه بر آن می‌توان گفت که روند توسعه هسته‌ای ایران از سال ۱۳۵۳ با کمک کشورهایی همچون آمریکا و آلمان و فرانسه بوده و چه بسا که این رشد و جهش هسته‌ای با کمک‌ها و حضور و سلطه غربی‌ها بر این صنعت در ایران صورت گرفته است.

هر چند که این کشورها به جهش صنعت هسته‌ای ایران علاقمند بودند اما زیربنای صنایع ایران چنین توانی را نداشت و آن‌ها تنها به سودآوری این صنعت و به سود خود می‌اندیشیدند و در صدد جذب دلارهای فراوان از کشوری بودند که در درجه‌بندی توسعه در ردیف کشورهای جهان سوم قرار داشت.

مسلما هدف آنان از بهره‌مند نمودن ایران از صنعت هسته‌ای، پیشرفت این کشور نبوده است بلکه آن‌ها از این راه می‌خواستند به اهداف سلطه جویانه خود برسند و مانع توسعه ایران گردند تا همیشه این کشور را به خود وابسته قرار دهند. درست مانند مخالفت‌های فراوانی که در زمینه ملی شدن صنعت نفت در ایران انجام دادند.

بنابراین پس از پیروزی انقلاب اسلامی و قطع روابط ایران با آمریکا و کشورهای سلطه‌جو آن‌ها درصدد برآمدند که از راه‌های گوناگون از پیشرفت صنعت هسته‌ای در ایران جلوگیری نمایند و بدین منظور با فشار فراوان بر کشورهای جهان مانع ارتباط علمی بین ایران و کشورهای توسعه یافته شدند و چنان چه در مباحث قبل بیان شد هر کشوری که به انعقاد قرارداد در زمینه انرژی هسته‌ای با ایران اقدام می‌نمود را تحت فشارهای شدید روانی و سیاسی و تحریم‌های اقتصادی قرار می‌دادند و در نتیجه آن کشور به تعهدات خود عمل نمی‌نمود. اما

خوشبختانه این شیوه خود عاملی پیشبرنده برای ایران شد و متخصصان ایران را بر آن داشت که با توکل بـر خـدا بـه تـلاش در ایـن زمینـه بپردازند و به نتایج قابل توجهی دست یابند.

باید توجه داشت کـه ایـران تنهـا کـشور جهـان نیـست کـه بـه فعالیت‌های هسته‌ای اقدام نموده است، بلکه در حـال حاضـر اگـر بـه توان هسته‌ای کشورها نگاهی بیافکنیم این نتایج به دست می‌آید:

- ۳۰ کشور در جهان مدت‌های مدیدی است که از نیروگاه‌های هسته‌ای خود استفاده می‌نمایند.
- بیش از ۴۰ کشور در جهان وجود دارد که اغلب ان‌ها از یـک دهه پس از جنگ جهانی دوم به استفاده از راکتورهـای اتمـی بـرای اسـتفاده‌هـای آموزشـی و تولیـدی و تحقیقـاتی روی آورده‌اند.
- در زمینه چرخه سوخت هسته‌ای، اکنون ۱۳ کشور در زمینـه تبدیل اورانیوم، ۱۲ کشور در زمینه غنی‌سـازی اورانیـوم، ۱۹ کشور در رابطه بـا تولیـد سـوخت هـسته‌ای و ۱۰ کـشور در زمینه بازفرآوری سوخت مصرف شده فعالیت دارند.

اکنون که همه کشورها با نظر به این که منابع سوخت فـسیلی رو به اتمام است، به تولید انرژی هسته‌ای روی آورده‌اند و محافـل غربـی

خود از این انرژی برخوردار هستند و قبل از پیروزی انقلاب در صدد بهره‌مند نمودن ایران از این نوع انرژی بوده‌اند. پس علت این همه مخالفت کشورهای غربی و به خصوص آمریکا با فعالیت‌های هسته‌ای ایران چیست؟ برخی از این علت‌ها به شرح ذیل است:

۱ ـ مخالفت ایران با رژیم اشغالگر صهیونیسم

این امر مخالفت‌های آمریکا علیه ایران را در هر زمینه‌ای و به خصوص در این زمینه خاص تشدید نموده است.

۲ ـ وابسته نگاه داشتن ایران به بلوک غرب

اگر ایران به انرژی هسته‌ای دست یابد و در نتیجه به توسعه همه جانبه روی آورد به خودکفایی می‌رسد و این مورد پسند غرب نیست.

۳ ـ سیاست استقلال طلبانه ایران در زمینه توسعه صنعتی

ایران می‌خواهد با حفظ استقلال سیاسی و اقتصادی به توسعه کامل دست یابد و این نکته مورد مخالفت کشورهای غربی می‌باشد.

۴ ـ دستیابی به انرژی هسته‌ای دروازه‌ای برای دستیابی جهان اسلام به این انرژی

اگر ایران بتواند به انرژی هسته‌ای دست پیدا کند توان بیشتری برای نفوذ در بین کشورهای اسلامی دارد.

فصل سوم

➢ ضرورت دستیابی کشور به انرژی هسته‌ای



ضرورت دستیابی به انرژی هسته‌ای

هنوز نیز افرادی هستند که می‌پرسند که چرا ما باید با وجود این مخالفت‌ها و تهدیدها بدین انرژی دست پیدا کنیم؟ در جواب این گروه می‌توان گفت که هر چند که دست یافتن به این انرژی مشقت‌های فراوانی را در پی دارد اما ثمرات و فواید آن به مراتب بیشتر و مهم‌تر است که در این جا به طور اختصار به بیان این ثمرات می‌پردازیم:

۱ ـ ضرورت زیست محیطی

آن چه موجب شد که قرارداد «کیوتو» نوشته شود این بود که نیروگاه‌های برق موجود در جهان که با سوخت فسیلی کار می‌کنند روزانه مقدار قابل توجهی گاز گلخانه‌ای و آلاینده‌هایی از قبیل کربن و گوگرد را وارد محیط زیست می‌کند که این گازها برای سلامت انسان‌ها و حیوانات و گیاهان بسیار زیانبار است. با وجود این کشور ما در حال حاضر در حدود ۳۵ هزار مگاوات نیروگاه برق دارد و در ۱۰ سال آینده این مقدار به ۶۰ هزار مگاوات خواهد رسید و مسلما گازهای گلخانه‌ای فراوانی به سلامت ما زیان خواهند رساند و وجود

این آلاینده‌های خطرناک، خود هزینه‌های فراوان پزشکی و اجتماعی را به دنبال خواهند داشت.

اما اگر بتوانیم برق مورد نیاز را از طریق نیروگاه‌های هسته‌ای به دست آوریم مشکل آلودگی محیط زیست و هزینه‌های بعد از آن را نخواهیم داشت. چرا که نیروگاه هسته‌ای تنها مقداری زباله اتمی بوجود خواهد آورد که هرچند برای محیط زیست بسیار زیانبار است اما می‌توان آن‌ها را فشرده نمود و در مکان‌های خاص نگهداری کرد و با هزینه‌های نسبتا پایینی در عمق زمین دفع نمود. همچنین سوخت مصرف شده در راکتور را می‌توان باز عمل‌آوری مجدد نمود و از آن پلوتونیوم و اورانیوم استخراج کرد.

شکل ۱۰: مراحل عمل‌آوری مجدد

۲ـ ضرورت تکنولوژیک

با نیم نگاهی به کشورهای جهان می‌بینیم که اغلب کشورها نه تنها در زمینه تولید سوخت هسته‌ای به فعالیت مشغول هستند بلکه با توجه به محدود بودن منابع اورانیوم جهان درصدد هستند که با به راه انداختن تکنولوژی گداخت هسته‌ای به تولید انرژی از راه هم‌جوشی

هسته‌ای بپردازند. درست مانند اتفاقی که هر روزه در خورشید روی می‌دهد.

حال اگر کشور ما به برنامه‌ریزی در این زمینه نپردازد تا همیشه در فهرست کشورهای عقب مانده قرار خواهد گرفت. کشور ایران با اجرای صحیح و گام به گام برنامه چشم‌انداز بیست ساله کشور، خواهد توانست خود و نام خود را از لیست کشورهای در حال توسعه و جهان سوم برهاند، و آن چه متخصصان را در این زمینه یاری می‌کند دستیابی به علوم و تکنولوژی پیشرفته است.

اکنون کشور ما پس از سه ده تلاش در زمینه پیوستن به کلوپ هسته‌ای دنیا، با وجود مشکلات و تحریم‌های فراوان در حال گذار از یک مرحله مهم تاریخی است و اگر روس‌ها در زمان مقرر نیروگاه اتمی بوشهر را تحویل دهند مشکل ما در پیوستن به کلوپ جهانی حل خواهد شد و علاوه بر آن ما اولین کشور خاورمیانه هستیم که نیروگاه هزار مگاواتی از نوع *VVER* خواهد داشت.

مسلم است که ایران به عنوان ام‌القری جهان اسلام اگر به این انرژی دست یابد توان بیشتری برای نفوذ در بین سایر کشورهای

اسلامی خواهد داشت و با در دست داشتن برگ برنده، از فرصت‌های بیشتری برای توسعه و انتشار اسلام برخوردار خواهد بود.

۲ ـ ضرورت اقتصادی

اگر چه کشور ایران از منابع غنی نفت و گاز بهره‌مند است اما ضرورت‌های استراتژیک ایجاب می‌کنند که از سایر منابع نیز بهره‌برداری نماید. مثلا اگر کشوری منابع آبی فراوانی دارد برای تولید برق به سراغ منابع دیگر نیز خواهد رفت. پس با وجود این که ایران منابع نفت و گاز بسیاری دارد تنها به بهره‌برداری از آن‌ها اکتفا نمی‌کند. زیرا اگر اقتصاد به یک محصول وابسته باشد بالا یا پایین رفتن قیمت آن محصول می‌تواند مشکلات فراوانی را در پی داشته باشد.

علاوه بر آن نیروگاه‌های فسیلی تولید برق که با هزینه پایینی ساخته می‌شوند، بسیار هزینه‌بر است و هر نیروگاه در طول یکسال به حدود ۱۰ میلیون بشکه نفت یا معادل این مقدار، از سایر سوخت‌های فسیلی نیاز دارد. که اگر قیمت نفت را بشکه‌ای ۲۲ تا ۲۸ دلار فرض کنیم این نیروگاه سالانه ۲۴۰ میلیون دلار سوخت مصرف می‌کند و ۶۰ میلیون دلار هزینه تعمیرات دارد.

هر چند برای ساخت نیروگاه هسته‌ای به سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی نیاز است اما پس از بهره‌برداری از این نیروگاه، هزینه‌های نگاهداری و تعمیرات، بسیار اندک است. چنین نیروگاهی سالانه در حدود ۳۰ تن اورانیوم غنی شده نیاز دارد که قیمت این مقدار اورانیوم غنی شده در شرایط اقتصادی مناسب ۱۰ میلیون و در بدترین شرایط ۲۵ میلیون دلار می‌باشد.

٤ـ ضرورت تحقیقاتی

تنها راکتور تحقیقاتی ایران راکتور تهران است که در پایان عمر خود به سر می‌برد و تا سال ۱۳۸۸ خاموش خواهد شد. این راکتور در زمینه تحقیقات پزشکی و کشاورزی فواید فراوانی را عاید کشورمان نموده است. تولید رادیوداروهای فراوان برای درمان و غالبا تشخیص بیماری‌های مهم و سخت توسط این راکتور انجام می‌گیرد که تهیه یا عدم تهیه این رادیوداروها با سلامت و حفظ جان هزاران نفر ارتباط مستقیم دارد.

اگر کارشناسان در صدد ساخت راکتوری جهت جانشین نمودن آن برای راکتور تهران نباشند چگونه می‌توان این رادیوداروها را به

دست آورد؟ البته باید درنظر داشت که خرید این مواد از سایر کشورها مشقات و هزینه‌های فراوانی دارد و علاوه بر آن هر چند این رادیوداروها تنها استفاده پزشکی دارند اما کشورهای خارجی از فروش این مواد به ایران ممانعت می‌نمایند.

شکل ۱۱: راکتور تحقیقاتی

ضرورت غنی‌سازی و تولید سوخت هسته‌ای در خاک کشور

شاید این سؤال در اذهان عمومی باشد که اگر ما بنا به دلایل بیان شده چاره‌ای جز دستیابی به انرژی هسته‌ای نداریم و از طرفی کشورهای غربی تهدیدها و تحریم‌های فراوانی را برای ما درنظر دارند چرا نمی‌توانیم این انرژی را از طریق سایر کشورها تولید نموده و سپس به کشور وارد نماییم؟

برای پاسخگویی به این سؤال باید از جوانب مختلف به این پیشنهاد اندیشید:

۱ ـ از نظر اقتصادی

غنی سازی در خارج کشور پیامدهای اقتصادی فراوانی را به دنبال خواهد داشت. از جمله:

الف) این طرح موجب می‌شود که نیروگاه‌های کشور به خارج وابسته گردند.

ب) غنی‌سازی با مدیریت یک کشور دیگر برای ما قابل اتکاء نخواهد بود. زیرا تاکنون کشورهای فراوانی در رابطه با ساخت نیروگاه در داخل کشور با ایران قرارداد بسته‌اند اما به تعهدات خود عمل ننموده‌اند تا چه رسد به این که غنی‌سازی در خارج از خاک کشور ایران باشد.

ج) انتقال اورانیوم غنی شده از خارج کشور به ایران مستلزم انعقاد قراردادهای دیگر و هزینه‌های هنگفت است.

د) اگر غنی‌سازی و سایر مراحل تولید سوخت هسته‌ای در داخل کشور صورت گیرد علاوه بر پیشرفت این صنعت، سایر دانش‌ها در عرصه‌های مختلف علمی و صنعتی رو به توسعه خواهند نهاد و نیروهای متخصص تربیت خواهند شد و نیروهای تربیت شده به فعالیت خواهند پرداخت. اما اگر زمینه کار و تحقیقات برای این متخصصان جوان فراهم نشود ما شاهد فرار این مغزهای متفکر از کشور خواهیم بود.

۲ ـ از نظر سیاسی

الف: غنی‌سازی در کشوری دیگر موجب می‌شود که حق حاکمیت ایران بر صنعت هسته‌ای نادیده گرفته شود و چه بسا که در گیر و دارهای سیاسی، آن کشور بخواهد از این راه ایران را تحت فشار قرار دهد.

ب: جابه‌جایی قدرت حاکم بر کشور مربوط، خود می‌تواند موجب تنش و گاه تیرگی روابط بین ایران و آن کشور شود.

۳ ـ از نظر زیست محیطی

غنی ساختن اورانیوم در کشوری دیگر و انتقال آن به ایران تهدیدی جدی برای منابع زیست محیطی کشور و منطقه می‌باشد.

٤ ـ از نظر امنیتی

در سیاست بین‌المللی کشورهایی که به چرخه سوخت هسته‌ای دست یافته‌اند حتی اگر بمب اتمی نداشته باشند عامل تهدید برای کشورهای دیگر می‌باشند. حال اگر ایران از غنی‌سازی در خاک خود چشم‌پوشی کند در واقع از مهم‌ترین مرحله تولید سوخت هسته‌ای

محروم شده و این عامل بازدارنده در برابر تهدیدات جامعه جهانی را از دست داده است.

با توجه به این نکات می‌توان دلایل اصرار دولت‌مردان کشور برای انجام تمام مراحل تهیه سوخت هسته‌ای در داخل کشور، را درک نمود.

هیچ کشوری حق ندارد که راه تولید علم و تکنولوژی را به روی کشورهای دیگر ببندد. البته کشورها باید بدانند که در چارچوب قوانین بین‌المللی و طبق اصول مسالمت‌آمیز می‌توانند به توسعه کشور خود بپردازند و در این راه نمی‌توانند مانع پیشرفت سایر کشورها یا عامل خطری برای آن‌ها باشند.

هرچند که امروزه کشورهای ابرقدرت جهان که خود به سلاح‌های اتمی مجهز هستند کشورهای دیگر به خصوص کشورهای جهان سوم و در حال توسعه را از دستیابی به انرژی هسته‌ای بازمی‌دارند، اما همه کشورهای جهان با توجه به رو به اتمام بودن منابع سوخت فسیلی در صدد دستیابی به انرژی جایگزین هستند و این کشورها باید با تلاش و

بیداری نگذارند که سوخت آینده جهان در انحصار چند قدرت خطرناک باشد.

خوشبختانه متخصصان جوان کشور در سال‌های اخیر با توجه به این که توسعه انرژی هسته‌ای در ایران بدون کمک کشورهای توسعه یافته و بدون دستیابی به تجربیات کشورهای موفق کاری بس دشوار می‌باشد با تلاشی مستمر و وصف ناشدنی توانسته‌اند به پیشرفت‌های هنگفتی دست یابند. بدون شک کشور ما و هر کشوری که بتواند چرخه تحقیقات خود را با پیشرفت در زمینه علوم هسته‌ای کامل نماید در آینده نزدیک می‌تواند آزاد و رها از سلطه مستکبران زندگی کند.

مراحل تولید سوخت هسته‌ای در ایران

پس از تلاش‌های مستمر، متخصصان کشورمان اکنون توانسته‌اند مراحل تهیه سوخت هسته‌ای را در داخل کشور به شرح ذیل در پنج مرحله انجام دهند:

در مرحله نخست از این فرایند، سنگ اورانیوم از معادن واقع در ساغند یزد استخراج می‌شود و سپس این سنگ‌های معدنی به شهر اردکان در یزد برده شده تا در آن جا فرآوری گردد و به کنسانتره

«اکسید اورانیوم» تبدیل گردد. این محصول به دست آمده همان کیک زرد است.

در مرحله بعدی کیک زرد به اصفهان برده می‌شود تا در کارخانه «UCF» به اورانیوم با غنای طبیعی تبدیل گردد.

در این مرحله این محصول را برای بالا بردن درصد اورانیومش تا ۳/۵٪ به کارخانه نطنز می‌برند.

در مرحله چهارم فلوراید اورانیوم در دستگاه‌های سانتریفوژ، غنی‌سازی می‌شود تا از غنای ۳/۵ درصدی برخوردار گردد و سپس این ماده غنی شده باز به کارخانه اصفهان برگردانده می‌شود.

در مرحله پنجم و پایانی، با کمک فعل و انفعالات شیمیایی، اورانیوم غنی شده آماده می‌گردد و در قلاف‌های مخصوص پیچیده می‌شود تا جهت استفاده در نیروگاه‌های اتمی به آنجا منتقل گردد.

با در نظر گرفتن مراحل پنج‌گانه تولید سوخت هسته‌ای، می‌توان گفت که اگر بنا باشد یک مرحله از این مراحل در کشور حذف یا تعطیل گردد سایر مراحل بی نتیجه خواهد ماند و تمام تلاش‌های انجام شده برای تاسیس این کارخانه‌جات عظیم بی اثر خواهد شد و حدود ۵ میلیارد سرمایه گذاری‌های انجام شده برای ایجاد این مراحل هدر

خواهد رفت. هر چند که برخی کشورها چند مرحله از سوخت هسته‌ای را در داخل کشور خود و برخی مراحل را در سایر کشورها انجام می‌دهند، اما اگر ایران بخواهد غنی سازی را در کشوری مانند روسیه انجام دهد و سپس اورانیوم غنی شده را به ایران باز گرداند، این کار هیچ توجیه و صرفه اقتصادی در بر نخواهد داشت زیرا ما برای تامین سوخت هسته‌ای نیروگاهی شبیه نیروگاه بوشهر در داخل کشور تنها به ۱۰ تا ۱۵ میلیون دلار نیاز داریم اما اگر قرار باشد این سوخت را از خارج تهیه کنیم هزینه‌های هنگفتی را در پی خواهد داشت.

سیاست‌های هسته‌ای در ایران

هر چند رویدادهای اساسی کشور در مباحث قبلی بخصوص در فصل تاریخچه از نظر گذشت، اما بهتر دیدم که در مبحثی جداگانه به اصول اساسی سیاست کشور در رابطه با انرژی هسته‌ای اشاره‌ای نمایم.

آمریکا قبل از انقلاب اسلامی در ایران اعلام کرده بود که کشور ما با یک سوم جمعیت فعلی به ۲۷ هزار مگاوات برق اتمی نیاز دارد و اجازه تولید این مقدار را به ما داده بود. امابا قطع روابط ما با آمریکا پس از انقلاب و مخالفت‌های جهانی، طرح‌های هسته‌ای ما نیمه تمام ماند.

دو سال پیش کشورهای اروپایی اعلام نمودند که ایران اگر پروتکل الحاقی را امضا نماید می‌تواند به فعالیت‌های صلح آمیز هسته‌ای خود ادامه دهد. اما در توافق‌نامه پاریس تمام فعالیت‌های هسته‌ای ایران حتی تحقیقات در این زمینه را تعلیق نمودند. کشور ما برای این که حسن نیت خود را به جهانیان نشان دهد ابتدا این تعلیق را پذیرفت اما با مرور زمان و نشست‌های مختلف در سعد آباد، بروکسل و پاریس، ایران متوجه این مطلب شد که هدف کشورهای مقابل از این تعلیق، روشن شدن وضعیت هسته‌ای ایران نیست، بلکه آن‌ها سعی دارند که با بهانه‌ها و دلایل واهی و برگزاری جلسات مختلف به وقت کشی بپردازند تا «دکترین برچیدن» برنامه هسته‌ای ایران را اجرا کنند و فناوری هسته‌ای را از اذهان مردم به فراموشی بسپارند.

در بند چهار پیمان منع تکثیر سلاح‌های هسته‌ای، به صراحت اعلام شده است که همه کشورها حق دارند از دانش فناوری هسته‌ای در جهت اهداف صلح جویانه استفاده نمایند. جالب آن که در همین پیمان راه‌کارهایی برای کمک به کشورهایی که از این انرژی بی بهره

هستند و قصد دارند به این فناوری دست یابند ارائه شده است. از طرفی یکی از وظایف آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای اینست که راهی را برای تسهیل دسترسی کشورها به انرژی هسته‌ای مسالمت آمیز به کار گیرد. اما با وجود این که بازرسان و کارشناسان این آژانس ۲ سال کامل به طور شبانه روزی در تاسیسات هسته‌ای ایران به تحقیق و بازرسی مشغول بودند و متوجه شدند که ایران هرگز قصد دستیابی به سلاح اتمی را ندارد هنوز به بهانه‌های واهی قصد دارند که با طرح‌های سیاسی، موجب توقف چرخه هسته‌ای در ایران شوند.

با اندک تأملی در این طرح‌ها و پی بردن به دست‌های موجود در پشت پرده، چنین برداشت می‌شود که تنها هدف این همه برنامه و طرح و نشست و تعلیق چیزی جز مهار قدرت ایران و شکستن اقتدار خارجی و بین‌المللی این کشور و ورود آمریکا به عنوان ناظم نوظهور در خاورمیانه نیست.

اما کشورهای جهان و در راس همه آمریکا باید بدانند که قدرت ایرانیان با تضعیف و ایجاد رعب در دل کشورهای جهان و به خصوص کشورهای منطقه بدست نیامده است؛ بلکه ایران این قدرت عظیم را از

راه منطق به دست آورده و آن را نتیجه لیاقت‌ها و توانمندی‌های مردم خود می‌داند.

آنچه توانست ایران را به این مرحله برساند اصول و روش‌های اسلامی بوده و ایران که به طور حتم عامل ثبات منطقه است هرگز قصد ندارد که این ثبات را برهم بزند. و کشورهای جهان نیز باید بدانند که دیگر امروزه دستیابی به انرژی هسته‌ای در ایران یک طرح دور از ذهن در روی میزهای کارشناسان نیست بلکه یک آرمان ملی شده و هرگز نباید با آرمان یک ملت بزرگ ایثارگر مبارزه نمود.

آن‌ها می‌دانند و با مرور زمان متوجه شده‌اند که کشور ایران، لیبی نیست که پیش دستی کند و راه تسلیم را برگزینند، بلکه دانشمندان ایران به این انرژی دست یافته‌اند و اکنون ایران هشتمین کشور در تکنولوژی فراوری اورانیوم و تبدیل آن به کیک زرد شناخته شده است و حدود ۷۰۰ نفر از جوانان متخصص در پروژه «یو. سی. اف» اصفهان تخصص خود را می‌گذرانند و شاید جهان باور نکند که مدیریت پروژه اصفهان بر عهده یک جوان ۲۷ ساله ایرانی است که فارغ‌التحصیل دانشگاه صنعتی شریف می‌باشد و جالب‌تر اینکه فرآیند اولیه این پروژه

که تولید «یو. سی. اف» بود پروژه دکترای یکی از همین متخصصان جوان ایرانی بوده است. پس کاملاً مشخص است که مهندسان ایرانی بدون نیاز به کمک کشورهای دیگر و تنها بااتکا به خدا و خودباوری به این نقطه رفیع رسَیده‌اند و اکنون خواهان این هستند که به سازمان‌های جهانی مربوط ملحق گردند و طبق مفاد پیمان‌های بین‌المللی به برنامه‌های خود ادامه دهند.

خلاصه این که سیاست کنونی کشور ایران در قبال کشورهای جهانی چیزی جر نشان دادن حسن نیت خود در استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای نیست و لذا قصد دارد که نه از راه‌های امنیتی و نظامی بلکه تنها از راه سیاسی و مذاکره، مشکلات و سوءتفاهمات موجود را به حسن ظن تبدیل کند و در قالب توافق‌نامه‌های آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای به چرخه سوخت هسته‌ای دست یابد و در حد امکان غنی سازی اورانیوم را در خاک کشور و تحت نظر آژانس انجام دهد.

آمارها به ما ثابت می‌کند که دستیابی به این انرژی یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. و هدف ایران از پا فشاری برای دست‌یابی بدین توانمندی بزرگ این است که با پیشرفت در این زمینه بر اساس مفهوم

«بهره برداری از منابع متنوع انرژی» و به دنبال آن رشد فزاینده اقتصادی و تحقیقاتی در تمامی زمینه‌ها، بتواند به ایرانی مرفه و با ثبات تبدیل گردد و نقش سازنده‌ای در صلح و امنیت منطقه‌ای ایفانماید. این همان نکته‌ای است که کشورهای غربی را به وحشت انداخته است و لذا تلاش می‌کنند تا با محروم نمودن ایران از توان هسته‌ای بتوانند قدرت و اقتدار خارجی ایران را شکست داده و محدود نمایند.

اما ایران با برنامه‌های آمریکا پیش نمی‌رود چرا که دولت و مردم و اعتقادات مذهبی و ملی آن‌ها هرگز اجازه نمی‌دهد که تحت سیطره ابرقدرت‌ها زندگی کنند لذا در تلاش است که با بالا بردن توانمندی‌های خود به اقتداری جهانی دست یابد تا بتواند نقشی سازنده در جهان اسلام و منطقه خاورمیانه داشته باشد.

اما آن چه باید مورد توجه و باور جهانیان قرار گیرد این است که اقتدار ایران نه تنها عامل تهدیدی برای منطقه و کشورهای همسایه نیست بلکه عامل صلح و امنیت است و ایران این نکته را بارها به جهان اعلام و قابت نموده است.

فصل چهارم

➢آشنایی با آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای

آشنایی با آژانس بین المللی انرژی اتمی

آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (*IAEA*) که مخفف (*International Atomic Energy Agency*) است در سال ۱۹۵۶ تشکیل شد. این آژانس نهادی بین‌المللی است که زیر مجموعه سازمان ملل متحد محسوب می‌شود.

هدف از تشکیل این نهاد پیگیری روند عدم اشاعه سلاح‌های هسته‌ای بود که علاوه بر آن این آژانس مسئول نظارت بر اجرای معاهده (*NPT*ـ منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای مصوب ۱۹۸۶) نیز است.

اهداف آژانس

با بررسی اساس‌نامه این نهاد می‌توان دو وظیفه مهم را برای این آژانس برشمرد:

۱- استفاده صلح جویانه از انرژی اتمی و ترویج و توسعه آن در راه صلح، بهداشت، ترقی و رفاه در سراسر جهان،

۲- اطمینان یافتن از این‌که کمک‌ها و اطلاعات ارائه شده از سوی آژانس در زمینه این انرژی، صرف مقاصد نظامی نخواهد شد.

ارکان آژانس

در ساختار و تشکیلات این نهاد ۳ رکن در نظر گرفته شده است:

۱) کنفرانس عمومی

این رکن بالاترین رکن و مرجع تصمیم‌گیری است که سالی یک بار در مقر سازمان در وین تشکیل می‌شود. البته بنابر تقاضای هیات حکام یا اکثریت اعضاء اجلاس، نیز می‌توان کنفرانس ویژه برگزار نمود. طبق اساس‌نامه، کنفرانس عمومی اختیارات وسیعی دارد از جمله انتصاب هیات یا شورای حکام و یا دبیر کل.

۲) شورای حکام

این شورا ۳۵ عضو دارد که ۱۳ کشور عضو دائمی هستند و ۲۲ کشور به صورت دوره‌ای از میان کشورهای علاقه‌مند انتخاب می‌گردند. این شورا چون حق و اختیار دارد که در مورد فعالیت هسته‌ای کشورها «حکمیت» کند و «حکم نهایی» را صادر نماید بدین نام ملقب شده است و در این شورا نماینده هر کشور «حاکم» آن کشور محسوب می‌شود.

این شورا هر سه ماه یک بار نشست فصلی دارد و در مواقع اضطراری و بحرانی جلسات فوق‌العاده تشکیل می‌دهد.

۳) دبیرخانه

این واحد تعدادی کارمند و یک دبیر دارد و مقر آن در شهر وین است. هیات حاکم فردی را به عنوان دبیر کل به اعضا معرفی می‌نماید. در واقع مسئولیت اداره و اجرای امور آژانس به عهده دبیر کل است و هیات حکام بر کار او نظارت می‌نماید.

شورای حکام و اعضای آن

۱ـ اعضای ثابت

۵ کشور امریکا، انگلیس، روسیه، فرانسه و چین که عضو دائمی شورای امنیت سازمان ملل متحد هستند در آژانس هسته‌ای هم کشورهای «امانتدار» نامیده می‌شوند؛ یعنی اختیارات ویژه و خاصی دارند. به مرور زمان ۷ کشور که توانسته‌اند توانمندی‌های هسته‌ای خود در زمینه فن‌آوری و تبدیل مواد و سوخت هسته‌ای را به آژانس اثبات نمایند به عضویت دائم آژانس درآمده‌اند که این کشورها عبارتند از: آلمان، آفریقای جنوبی، برزیل، ژاپن، کانادا، استرالیا، هند.

علاوه بر ۵ عضو دائم، یک کشور هم به صورت شناور از میان کشورهای اروپایی انتخاب می‌شود که در دوره قبلی این عضو شناور کشور هلند بود و در این دوره بلژیک به جای هلند انتخاب شده است.

هرچند که ممکن است در سال‌های آینده سایر کشورها نیز بتوانند با به اثبات رسانیدن توانمندی‌های هسته‌ای خود به عضویت در این آژانس درآیند.

۲ـ اعضای غیرثابت

در انتخابات جدید، از جمله اعضای غیر ثابتیکه به ترکیب شورا پیوسته‌اند عبارتنداز: کلمبیا، کوبا، مصر، لیبی، اندونزی، سوریه، بلاروس، الجزایر، یمن، سریلانکا، غنا، اکوادور، سنگاپور، نروژ، اسلونی، کره جنوبی و عضویت ونزوئلا نیز تمدید شده است.

این اعضای غیرثابت در دوره عضویت خود در شورای حکام در قالب فراکسیون‌هایی تقسیم‌بندی شده و به فعالیت می‌پردازند.

حرف آخر

اگر به موقعیت فعلی نظام بین‌المللی بنگریم خواهیم دید که حاکمیت دنیا پر از تزاحم و بی‌عدالتی است.

در این اوضاع نابرابر، کشورهایی که قصد دارند بر روی پای خود بایستند و قامت راست کنند و خود را از زیر قیود نظام سلطه‌طلب جهانی بیرون بکشند چاره‌ای جز ایستادگی و مقاومت و نهراسیدن از تهدیدها و تحریم‌های اعمال شده از جانب سلطه‌طلبان جهان ندارند.

در این میان کشور ایران که از دیر زمان تحت تسلط امریکا و سایر قدرت‌های بزرگ بوده است و با انقلاب اسلامی خود توانست قد برافرازد اکنون در بیست و هشتمین سال پس از انقلاب خود، به کانون توجه تمام جهان تبدیل شده است. چرا که هرگز از منافع و حقوق حقه خود دست برنداشته و نخواهد داشت و برای دستیابی به حقوق خود از هیچ مقاومت و تلاش و شجاعتی فروگذار نخواهد نمود.

در سال‌هایی که پشت سرگذاشته‌ایم در هر مقطع زمانی با مشکلات فراوانی از جانب ابرقدرت‌ها روبرو شدیم و هرگز از پای ننشستیم و اینک نیز که قدرت‌های جهان که خود به خطرناک‌ترین سلاح‌ها مجهز هستند در تلاش‌اند تا ایران اسلامی را از حق مسلمش که همان دستیابی به انرژی هسته‌ای برای استفاده در زمینه‌های

مسالمت‌آمیز است محروم نمایند، آماده‌ایم که تمامی سختی‌ها و مشکلات و محرومیت‌ها را به جان و دل بخریم و به این توانمندی عظیم دست یابیم.

در این میان آن چه سران حکومت و دیپلمات‌های ایرانی را به تلاش در این زمینه تشویق می‌کند که با شجاعت هرچه بیشتر در برابر ضرب‌الاجل‌ها و تهدیدها و محرومیت‌ها بایستند، پشتوانه واقعی مردمی است که با حمایت‌های خود در قالب راهپیمایی‌های اعتراض‌آمیز به واکنش‌های غرب نسبت به حق مسلم ایران در استفاده از انرژی هسته‌ای موضع خود را در این زمینه معین نموده‌اند.

بدیهی است که سران کشور باید در این راه از فرصت‌های منطقه‌ای و بین‌المللی و ظرفیت‌ها و نقاط قوت داخلی استفاده نمایند تا بتوانند با موفقیت و سرافرازی از این بحران عبور کنند و این کار بایستی با تدبیر و تعقل و پشتوانه مردمی انجام گردد.

خوشبختانه پایداری‌ها و مقاومت‌های ایران در چند ماه اخیر در برابر تهدیدها و ضرب‌الاجل‌های ابرقدرت‌ها، باعث شده است که جامعه بین‌المللی و بازیگران شطرنج هسته‌ای جهان با رویکرد جدیدی به مسأله اتمی ایران بنگرند. مسلما طرح‌هایی که در ماه‌های اخیر در جلسات و نشست‌ها از جانب قدرت‌های جهان به ایران پیشنهاد شده

خود بیان‌گر اینست که ماتوانسته‌ایم به جهان ثابت نماییم که هرگز از پیشرفت در این زمینه عقب نشینی نخواهیم نمود.

هر چند که این طرح‌ها از جمله طرح آفریقای جنوبی مبنی بر این که ایران کیک زرد را از آفریقا دریافت نماید، و یا طرح روسیه مبنی بر این که ایران گاز «هگزا فلوراید» را به روسیه تحویل داده تا روسیه سوخت هسته‌ای ایران را بسازد، خود نقایص و محدودیت‌هایی داشته و مشکلات و هزینه‌های هنگفت اقتصادی و غیره را بر ایران تحمیل می‌نماید و لذا از طرف ایران پذیرفته نشده است.

در پایان باید تاکید نمایم که استراتژی اتمی ایران، برخورداری از فناوری انرژی هسته‌ای به صورت کامل است به نحوی که تمامی مراحل تولید سوخت هسته‌ای در ایران و به دست متخصصان داخلی انجام شود. ایران این هدف را از اولویت‌های مهم اهداف ملی خود می‌داند و به هیچ وجه در این خصوص حاضر به معامله نیست.

مرضیه برهان ـ خرداد ماه ۱۳۸۵

استان اصفهان شهرستان شهرضا

فهرست واژه‌ها

۱- **انرژی هسته‌ای:** اگر اورانیوم را تجزیه نموده و عناصر تجزیه شده از آن را وزن نماییم. وزن مجموع آن‌ها از وزن اولیه اورانیوم کمتر خواهد بود. چون در ازای تجزیه اورانیوم، انرژی عظیمی به نام انرژی هسته‌ای از اورانیوم آزاد می‌گردد.

۲- **اورانیوم:** سنگین‌ترین عنصر موجود در طبیعت با ۹۲ پروتون با بار مثبت و ۱۴۳ نوترون.

۳- **پلوتونیوم:** این عنصر در طبیعت وجود ندارد. اما اگر یک نیروگاه اتمی ۳۰ روز کار کند و پس از آن سوخت آن را خارج نموده و تجزیه نماییم به مقدار قابل توجهی پلوتونیوم دست خواهیم یافت. این ماده آنقدر غنی است که می‌توان از آن بمب اتمی ساخت.

۴- **رآکتور:** دستگاهی است که با آب کار می‌کند. اگر این دستگاه با آب معمولی کار کند رآکتور آب سبک نامیده می‌شود. این نوع رآکتور برای کار به اورانیوم غنی شده نیاز دارد. اما اگر راکتور، با آب سنگین که در هیدروژن آن یک پروتن و یک نوترون وجود دارد کار کند بدان رآکتور آب سنگین گویند. در رآکتور

آب سنگین از اورانیوم معمولی استفاده می شود. به طور کلی با استفاده از راکتور می‌توان به ترکیبات رادیو اکتیو برای استفاده در علوم مختلف از جمله پزشکی و کشاورزی دست یافت.

۵- **سانتریفوژ:** دستگاهی است استوانه‌ای شکل که در درون آن پره‌هایی وجود دارد. این پره‌ها با سرعت زیاد می‌چرخند تا در نتیجه چرخششان اورانیوم طبیعی پس از طی مراحلی به اورانیوم ۲۳۵ تبدیل گردد. البته برای انجام این کار یعنی غنی سازی اورانیوم طبیعی، به مجموعه‌ای از سانتریفوژها نیاز است.

۶- **غنی سازی اورانیوم:** بالا بردن درصد خلوص اورانیوم به دست آمده از طبیعت تا به اورانیوم ۲۳۵ تبدیل گردد. این کار با دستگاه سانتریفوژ انجام می‌شود.

فهرست منابع و مآخذ

۱- روزنامه جام‌جم، ویژه‌نامه نوروز ۱۳۸۵.

۲- ماهنامه سراج بسیجی، سال سوم، شماره ۳۰، آبان ماه ۱۳۸۴.

۳- ماهنامه سرج بسیجی، سال سوم، شماره ۳۱، آذرماه ۱۳۸۴.

۴- ماهنامه سرج بسیجی، سال سوم، شماره ۳۲، دی ماه ۱۳۸۴.

۵- ماهنامه سرج بسیجی، سال سوم، شماره ۳۳، بهمن ماه ۱۳۸۴.

۶- هفته‌نامه هیجار، سال سوم، شماره ۷۶، اسفند ماه ۱۳۸۴.

۷- هفته‌نامه هیجار، سال سوم، شماره ۷۷، اسفند ماه ۱۳۸۴.

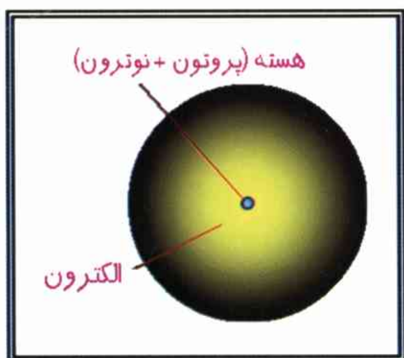
۸- هفته‌نامه میرزمان، سال اول، شماره ۳۶، اسفند ماه ۱۳۸۴.

عکس ۱: حمایت مردم از انرژی هسته‌ای

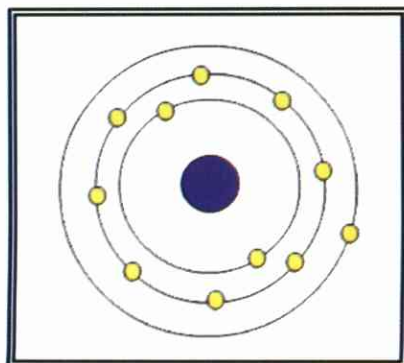


عکس ۲: زنجیره مردم در حمایت از دانش هسته‌ای

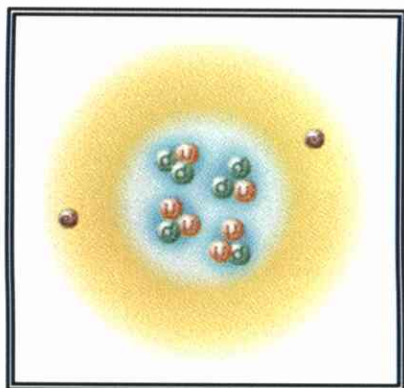




شکل ۳: ساختمان اتم ۱



شکل ۴: ساختمان اتم ۲



شکل ۵: ساختمان اتم ۳

شکل ۶: کیک زرد

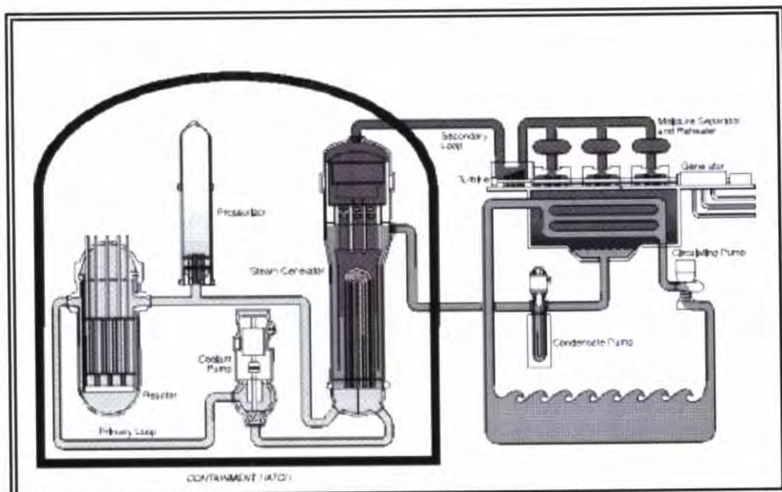


شکل۷ : نیروگاه

Image credit: Space Imaging-Inta Turk/ISIS
Image date: February 29, 2004
Air and ground defense locations
Footprints of the underground cascade halls, designed to hold 50,000 centrifuges
Pilot gas centrifuge plant
Administration building
Dummy building covering the entrance to the underground truck road

February 2004 satellite image of the Natanz uranium enrichment complex. This image shows the location of the underground centrifuge cascade halls, designed to hold 50,000 centrifuges. Under an agreement with the European Union (EU), Iran has temporarily halted all centrifuge construction, testing and operation. The EU and Iran are engaged in a negotiation aimed at achieving a long term arrangement that would provide objective guarantees that Iran's facilities could not be used to make nuclear weapons. Iran proposed installing and commissioning 3,000 centrifuges in the underground site combined with additional transparency measures as a way to provide objective guarantees. The EU has instead proposed ending all uranium enrichment activities as the only way to achieve an objective guarantee.

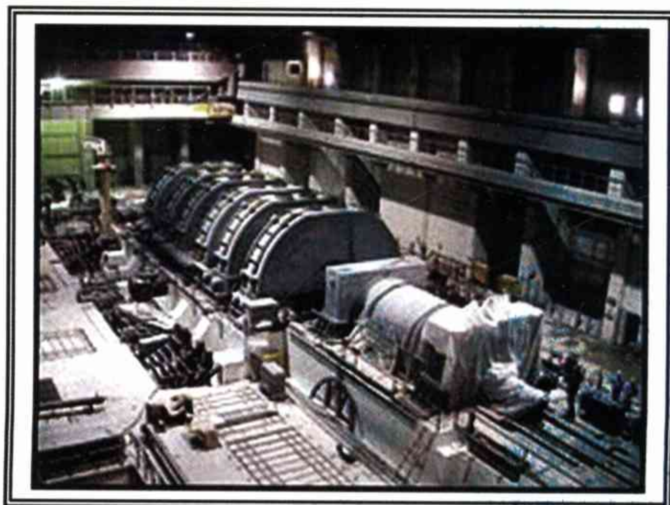
شکل۸ : ساختار راکتور



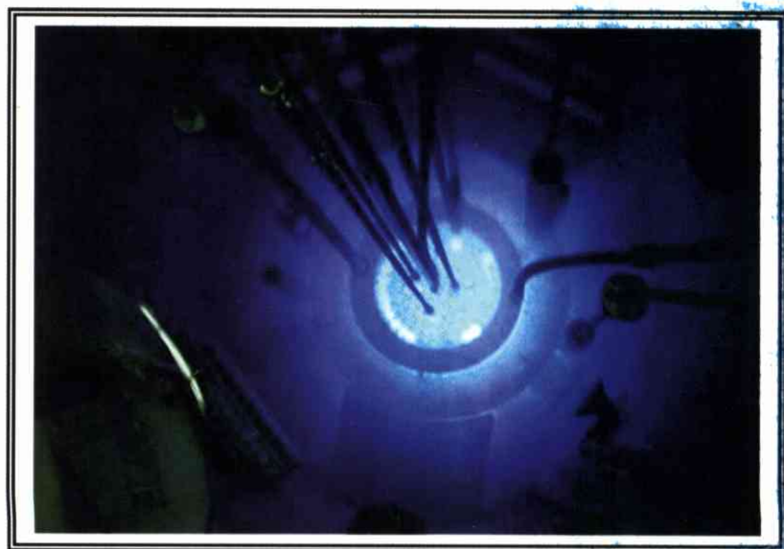
شکل۹ : بمب اتمی در ناکازاکی



شکل ۱۰: مراحل عمل‌آوری مجدد



شکل ۱۱: راکتور تحقیقاتی



شکل ۱۲: راکتور بوشهر



Atom, The Super Powe

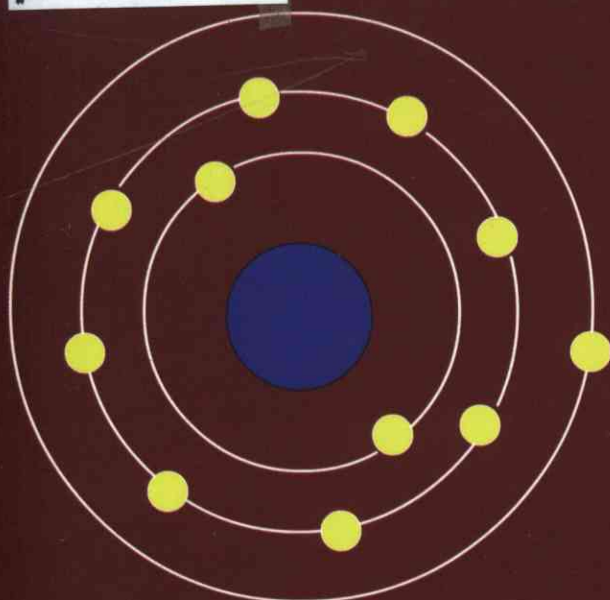
What Do We Want?

A Collective Research on Nuclear Energ

And Its Application

M.Borhan

شابک ٩٦٤-٩٦٧٠٧-٢-٦



اتم، نیروی برتر

ما چه می خواهیم؟

پژوهشی همگانی در انرژی هسته ای و کاربرد آن

مرضیه برهان



اتم، نیروی برتر

ما چه می‌خواهیم؟

پژوهشی همگانی در انرژی هسته‌ای و کاربرد آن

مرضیه برهان

انتشارات کلبه کتاب



سرشناسه : برهان، مرضیه، ۱۳۵۴ -

عنوان و پدیدآور : اتم، نیروی برتر: ما چه میخواهیم؟: پژوهشی همگانی درانرژی هسته ای و کاربرد آن / مرضیه برهان

مشخصات نشر : شهرضا: کلبه کتاب، ۱۳۸۵

مشخصات ظاهری : ۸۲ ص

شابک : 964-96707-2-6

یادداشت : فهرست نویسی براساس اطلاعات فیپا

عنوان روی جلد : پژوهشی همگانی در انرژی هسته ای و کاربرد آن

موضوع : انرژی اتمی — ایران — سیاست دولت

موضوع : سلاحهای هسته ای — ایران — کنترل

موضوع : منع گسترش سلاحهای هسته ای

موضوع : آژانس بین المللی انرژی اتمی

رده بندی کنگره : K Z۵۶۷۵

نشانه اثر : ۲ الف ۴ ب /

رده بندی دیویی : ۳۲۷/۱۷۴۷۰۹۵۵

شماره کتابخانه ملی : ۲۰۱۵۰-۸۵م



اتم نیروی برتر

مرضیه برهان

ناشر/ مؤسسه انتشاراتی کلبه کتاب

حروف‌چینی و صفحه‌آرایی/ زهرا احمدی

نوبت چاپ اول/ ۱۳۸۵

شمارگان/ ۱۰۰۰ نسخه

قیمت/ ۱۰۰۰ تومان

شابک: ۹۶۴-۹۶۷۰۷-۲-۶ ISBN: 964-96707-2-6

نشانی: شهرضا ـ چهارراه شهرداری ـ مؤسسه انتشاراتی کلبه کتاب

تلفن: ۰۳۲۱-۲۲۳۱۵۱۵

فهرست مطالب

مقدمه

از مدتی پیش که موضوع انرژی هسته‌ای ایران بحث داغ تمام خبرگزاری‌های بین المللی شد، و کشورهای مختلف مواضع گوناگونی در این زمینه از خود نشان دادند. جلسات مختلفی از یک سو بین سران عالیرتبه کشور با هم و از سوی دیگر بین سران کشور با مقامات بین‌المللی و نمایندگان آژانس انرژی هسته‌ای انجام شد نمایان‌گر اهمیت موضوع بود.

هنوز هم یکی از مهم‌ترین اخباری که از رسانه‌های گروهی جهان پخش می‌شود و اکثر مردم نسبت به آن حساس هستند و آن را پیگیری می‌نمایند اخبار مربوط به وضعیت انرژی هسته‌ای ایران است. آن چه امروز مدام به گوش می‌رسد این است که استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای حق مسلم هر کشوری است. هر چند که اکثر کشورهای غربی در لفافه‌ی به ظاهر متمدنانه، بهَ تولید و صدور تسلیحات اتمی می‌پردازند.

مقدمه

از مدتی پیش که موضوع انرژی هسته‌ای ایران بحث داغ تمام خبرگزاری‌های بین المللی شد، و کشورهای مختلف مواضع گوناگونی در این زمینه از خود نشان دادند. جلسات مختلفی از یک سو بین سران عالیرتبه کشور با هم و از سوی دیگر بین سران کشور با مقامات بین‌المللی و نمایندگان آژانس انرژی هسته‌ای انجام شد نمایان‌گر اهمیت موضوع بود.

هنوز هم یکی از مهم‌ترین اخباری که از رسانه‌های گروهی جهان پخش می‌شود و اکثر مردم نسبت به آن حساس هستند و آن را پیگیری می‌نمایند اخبار مربوط به وضعیت انرژی هسته‌ای ایران است. آن چه امروز مدام به گوش می‌رسد این است که استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای حق مسلم هر کشوری است. هر چند که اکثر کشورهای غربی در لفافه‌ی به ظاهر متمدنانه، به تولید و صدور تسلیحات اتمی می‌پردازند.

پس از این که کشورهای غربی مخصوصاً آمریکا از پیشرفت مهندسان هسته‌ای ایران آگاه شدند از ترس این که کشور اسلامی ایران بتواند با استفاده از فن‌آوری هسته‌ای به پیشرفت‌های مهمی در زمینه‌های پزشکی، کشاورزی، سوخت هسته‌ای و ... دست یابد در صدد برآمدند که با استفاده از حربه‌های گوناگون از جمله این که؛ ایران به سلاح اتمی دست یافته است از پیشرفت و ترقی کشور جلوگیری نمایند.

همه می‌دانیم که یکی از اصلی‌ترین کاربردهای انرژی هسته‌ای در زمینه تولید الکتریسیته است، هرچند که این انرژی کاربردهای فراوانی نیز در کشاورزی و پزشکی و ... دارد. اولین سؤالی که در ذهن انسان به وجود می‌آید این است که چرا استفاده از این انرژی مورد اعتراض کشورهای پیشرفته قرار می‌گیرد؟

چگونه می‌توان تصور نمود که از این نوع انرژی هم می‌توان استفاده‌های مفید و صلح‌آمیز نمود و هم در عین حال می‌تواند تهدید کننده جهان باشد؟

با مطالعه و دقت در سایر بحران‌هایی کـه پـس از انقـلاب و در شرایط گوناگون، قدرت‌های بزرگ و اسـتعمار طلـب بـه بهانـه‌هـای مختلف برای کشور اسلامی‌مان پیش آورده‌اند بـدین نتیجـه دسـت می‌یابیم که آن‌ها هدفی جز دور نمودن ما از اهدافمان و نگـه داشـتن ما در شرایط عقب ماندگی و وابستگی ندارد.

لذا در هر زمان بـا توطئـه و نقـشه‌ای جدیـد بـه سـتیز بـا مـا برخاسته‌اندو در این راه نه تنها از راهکارهای سیاسی بلکه از راه‌هـای فرهنگی و به راه انداختن جنگ‌هـای تبلیغـاتی و روانـی نیـز اسـتفاده می‌نمایند. چنانچه در چند ماه اخیر شاهد رفتارهـای آن‌هـا در مـورد پرونده هسته‌ای ایران بوده‌ایم.

مشوش نمودن اذهان عمومی و بدبین نمودن کـشورهای جهـان نسبت به توانمندی‌های هسته‌ای ایران، یکی از راهکارهایی اسـت کـه آن‌ها به کار بسته‌اند تا بتوانند راحت‌تر و سریع‌تر به اَهداف شومشان برسند.

سؤالاتی که امروزه از طرف برخی افراد، گاه مغرضانه و گاه از روی بی‌اطلاعی در زمینه برخورداری ایران از انرژی هسته‌ای مطرح می‌شود، وظیفه سنگینی را بر دوش کارشناسان امر قرار می‌دهد.

این که چرا ایران می‌خواهد با تولید و بکارگیری سلاح هسته‌ای در خاورمیانه جنگ بر پا کند و یا این که در شرایط سخت اقتصادی امروز با وجود بیکاری جوانان، دستیابی به انرژی گران قیمت هسته‌ای چه ضرورتی دارد؟ و بیان این سؤال که، مگر انرژی هسته‌ای چیست که باید به خاطر آن اذهان بین المللی را علیه خود تحریک نموده و تحریم‌های درنظر گرفته شده از جانب آن‌ها را تحمل نماییم؟

چرا باید به خاطر این انرژی امنیّت کشور را در معرض تهدید و خطر قرار دهیم؟ و ده‌ها سؤال دیگر در این باره خود می‌تواند یکی از هزاران حربه‌ای باشد که دشمنان، برای محروم نمودن ما از حق مسلم‌مان بکار گرفته‌اند. هر چند باید گفت که مردم ما این بار نیز در برابر این چالش همانند سایر چالش‌هایی که از طرف مجامع بین‌المللی برای میهن اسلامی‌مان پیش آمده است راست قامت

ایستاده‌اند. چرا که در تمامی بحران‌ها، آن‌چه سران حکومت و دیپلمات‌های ایران را تشویق می‌نماید که با شجاعت در برابر قدرت‌های بزرگ سیاسی و اقتصادی بایستند و از حقوق حقه کشور دفاع کنند و از پذیرش ضرب‌الاجل‌ها و احتمال واکنش‌ها سر باز نزنند، پشتوانه واقعی مردمی است.

موقعیت فعلی نظام بین‌المللی پر از تزاحم و بی‌عدالتی است و در این اوضاع نابرابر بین‌المللی کشور ما موضعی جز ایستادگی و مقاومت جهت دستیابی به حقوقش نخواهد داشت.

امروزه کارشناسان سیاسی معتقد هستند که امنیت ملی کشور، تنها به حفظ مرزهای آن نیست، بلکه برای حفظ امنیت باید به توسعه و پیشرفت نائل شد زیرا کشور پیشرفته و توسعه یافته مسلماً امنیت بالاتری خواهد داشت و بدیهی است که یکی از پارامترهای مهم در امنیت کشور، توانمندی و دارا بودن انرژی هسته‌ای است.

آگاه سازی و اطلاع رسانی به اقشار مختلف مردم در مورد این فن‌آوری، وظیفه‌ای است که به عهده تمامی افراد کشور به خصوص

دستگاه‌های ذیربط می‌باشد. چرا که اگر مردم با فواید و ثمرات این انرژی و دلایل ضرورت دستیابی بدان آشنا گردند بهتر می‌توانند پشتیبان سران کشور باشند.

عکس۱: حمایت مردم از انرژی هسته‌ای

عکس۲: زنجیره مردم در حمایت از دانش هسته‌ای

هر چند روزنامه‌ها و مطبوعات کشور گام‌هایی در این زمینه برداشته‌اند و صدا و سیما به تولید برنامه‌هایی در این باره روی آورده است اما هنوز بسیاری از مردم و حتی اقشار تحصیلکرده جامعه با چگونگی تولید و فواید این انرژی مفید آشنا نیستند! و در اذهان عمومی سؤالات فراوانی در این باره وجود دارد.

برخی از سؤالاتی که اکثر مردم درباره انرژی هسته‌ای با آن روبرو هستند از این قرار است:

انرژی هسته‌ای از چه زمان و توسط چه کسی کشف شده است؟ چگونه انرژی هسته‌اِی تولید و از آن بهره‌برداری می‌شود؟ و چه رابطه و چه مرزی بین انرژی هسته‌ای صلح‌آمیز با بمب اتمی

وجود دارد؟ از این انرژی در چه زمینه‌هایی می‌توان استفاده نمود؟ و سؤالات فراوان دیگری که در این مجال اندک نمی‌گنجد.

ما معلمان و فرهنگیان به عنوان پیشگامان پویا و فعال جامعه در عرصه تعلیم و تربیت باید در تمامی امور کشور سرآمد و در این مقوله نیز با آشنایی کافی و لازم، مظهر پویایی و پیشگام نهضت علمی جدید باشیم. و با آشنا نمودن مردم و بخصوص جوانان با این انرژی، دانش‌آموزان علاقه‌مند را به تحصیل در این زمینه هدایت نماییم تا در دانشگاه‌ها بتوانند با پرورش دانشمندان جوان هسته‌ای به ساخت نیروگاه‌های مورد نیاز پرداخته و از این راه باعث قدرتمندی و توانایی کشور شوند و در چشم‌انداز بیست ساله، کشور را به گونه‌ای به جلو ببرند که در نهایت، ایران از زمره کشورهای در حال توسعه، درآمده و به کشورهای توسعه یافته بپیوندد.

ما و همه دست‌اندرکاران امر باید مردم را آشنا و آگاه کنیم این فن‌آوری به عنوان یک دستاورد مهم علمی و پرونده ملی حساب شود و کارگزاران نظام و دولت آن را همانند ملی شدن صنعت نفت

به عنوان یک اقدام ملی محسوب و جهت ملی نمودن ایـن پرونـده و پایداری و حراست از آن کوشش کنند.

آن چه مرَا برآن داشت که به تحقیق و بررسی پیرامـون انـرژی هسته‌ای بپردازم، سؤالات فراوانی بود که درباره این انـرژی در ذهـن داشتم. هر چند که به طور روزانه اخبار رسانه‌ها را مرور می‌نمودم اما متأسفانه به اطلاعات مورد نیاز دست پیدا نکردم. تا این کـه تـصمیم گرفتم به تحقیق در این باره بپردازیم و نتیجه آن را در اختیار اقـشار مختلف مردم قرار دهم تا از این راه توانسته باشـم قـدمی هـر چنـد کوچک در اثبات این که انرژی صلح‌آمیز هسته‌ای حق مـسلم کـشور ماست برداشته باشم.

اما متأسفانه با وجود تلاش فراوانی نتوانستم به منـابعی در ایـن زمینه که جدای از مباحث تخصصی دشوار توانسته باشد این انرژی را به طور آسان تشریح نماید، دست یابم. اما به خاطر شـدت علاقـه‌ای که به کار در این زمینه داشتم و بـا وجـود احـساس مـسؤولیتی کـه می‌نمودم با مطالعه مجلات و تحقیق در سایت‌های گونـاگون و مـرور

تمامی خبرهای راجع به این مهم توانستم آن چـه را پـیش رو داریـد فراهم نمایم.

لذا نکته‌ای که باید بدان اشاره نمایم این اسـت کـه ایـن کتـاب جهت آگاه نمودن اقشار مختلف جامعه و همکاران محترمی است کـه در این زمینه تخصص ندارنـد و اصـولاً هـدف ایـن مبحـث بررسـی تخصصی انرژی هسته‌ای نیست و در ابتدای امـر از حـضور اسـاتید و کارشناسان و متخصصان در این زمینه، به خاطر کمبودها و یا صـرف نظر نمودن از بیان مطالب دشوار پـوزش مـی‌طلـبم و امیـدوارم کـه کارشناسان محترم، قصور و کوتاهی مباحث را که از جمله دلایـل آن نبود منابع کافی و مفید و در حد درک عوام و عدم تطـابق بحـث بـا رشته تحصیلی اینجانب است، را به دیده اغماض بنگرند.

مرضیه بَرهان

دبیر زبان عربی شهرستان دهاقان

اسفندماه ۱۳۸۴

فصل اول

- انرژی هسته‌ای چیست

انرژی هسته‌ای

می‌دانیم که موادی که در اطراف ما هستند از عناصر گوناگونی تشکیل شده‌اند. یعنی هر ماده ممکن است که از چند عنصر تشکیل شده باشد و هر عنصر از تعدادی اتم که تشکیل دهنده مولکول آن عنصر است به وجود می‌آید

ساختمان هر اتم از اجتماع سه ذره تشکیل شده است: الکترون با بار منفی، پروتون با بار مثبت و نوترون خنثی و فاقد بار. بارهای همنام یکدیگر را دفع می‌نمایند و بارهای غیر همنام همدیگر را می‌ربایند. اما نوترون چون خنثی است عکس‌العملی ندارد.

شکل ۳: ساختمان اتم ۱

در داخل هسته اتم هر عنصر، تعدادی پروتون و نوترون وجود دارد که اگر تعداد آن‌ها را بشماریم بدان عدد اتمی آن عنصر گویند. درون هسته، پروتون‌ها به سرعت از همدیگر دور شده و همدیگر را دفع می‌کنند. اگر وضع به همین منوال باشد هسته اتم از هم متلاشی می‌شود. اما نوترون‌های خنثی مانند محافظی از متلاشی شدن هسته جلوگیری می‌کنند. الکترون‌های منفی نیز مانند ستارگانی در اطراف هسته در مدارهای بیضی شکل نامنظمی می‌چرخند.

شکل ۴: ساختمان اتم ۲

پس اگر دقت کنیم این پروتون‌ها هستند که تصمیم دارند با قدرت دفع خود، هسته را متلاشی کنند. اما وجود فاصله‌ای متناسب در بین پروتون‌ها و نوترون‌ها موجب ایجاد تعادل در اتم می‌شود و از متلاشی شدن هسته جلوگیری می‌نمایند. این نیرو را **نیروی هسته‌ای** گویند. در واقع این نیروی هسته‌ای است که تعادل اتم را حفظ می‌نماید. اگر فاصله بین نوترون‌ها و پروتون‌ها از میزان معینی بیشتر شود دیگر نیروی هسته‌ای وجود ندارد و هسته متلاشی می‌شود اگر این فاصله از مقدار مشخص کمتر شود این نیرو بیشتر شده و از فروپاشی هسته جلوگیری می‌کند.

شکل ۵: ساختمان اتم ۳

می‌دانیم که تعداد عناصر شناخته شده در طبیعت ۹۲ عنصر است که هیدروژن اولین و ساده‌ترین عنصر و پس از آن هلیم، کربن ازت، اکسیژن و ... و فلزات روی، مس، آهن، نیکل و .. و بالاخره آخرین عنصر طبیعی به شماره ۹۲، عنصر اورانیوم است. هر چند بشر توانسته است با کمک واکنش‌های هسته‌ای در رآکتورهای اتمی و به طور

مصنوعی و با استفاده از شتاب دهنده‌های قوی ۲۰ عنصر دیگر بسازد اما همه آن‌ها ناپایدارند و عمر کوتاه دارند و با انتشار پرتوها تخریب می‌شوند.

تعداد پروتون‌های یک عنصر نام و محل قرار گرفتن آن عنصر را در جدول مندلیف مشخص می‌نماید. لذا اتم هیدروژن که یک پروتون دارد در خانه ۱ جدول و اتم هلیم در خانه ۲، اتم سدیم در خانه شاره ۱۱، و ... و اتم اورانیوم در خانه شماره ۹۲ قرار دارد یعنی دارای ۹۲ پروتون است.

موضوع دیگری که به ما کمک می‌کند بیشتر با بحث آشنا شویم مبحث پایداری و ناپایداری عناصر است. بدین معنی که اگر ما میلیون‌ها اتم آلومینیوم را در کنار هم قرار دهیم و عنصر آلومینیوم بسازیم و به مرور زمان به آن نگاه کنیم می‌فهمیم که این عنصر یک عنصر پایدار است زیرا به مرور زمان تغییری نخواهد کرد.

تا یک قرن پیش دانشمندان فکر می‌کردند که تمام عناصر پایدار هستند. اما به مرور زمان متوجه شدند که برخی عناصر ناپایدار هستند. آن‌ها ابتدا فهمیدند که تعداد نوترون‌ها در اتم‌های مختلف یک

عنصر همواره یکسان نیست و برای مشخص نمودن آن‌ها از هم از لفظ ایزوتوپ استفاده نمودند و اتم‌های مختلف یک عنصر را ایزوتوپ نامیدند. به عنوان مثال عنصر هیدروژن که اولین و ساده‌ترین عناصر است سه ایزوتوپ دارد که دو تا پایدار و یکی از آن‌ها ناپایدار است.

۱. هیدروژن معمولی که در هسته اتم خود فقط یک پروتون دارد و هیچ نوترونی ندارد و خطر متلاشی شدن هسته نیز وجود ندارد زیرا پروتون دیگری نیست که دو پروتون همدیگر را دفع کنند تا نیازی به حالت چسبانندگی نوترون باشد. این ایزوتوپ پایدار است.

۲. هیدروژن دوتریم در هسته خود یک پروتون و یک نوترون دارد و بسیار کمیاب است. گر چه می‌توان از آن آب ساخت اما میزان بالای آن سمّی است. این ایزوتوپ هیدروژن هم پایدار است و در نیروگاه‌های اتمی استفاده می‌شود.

۳. ایزوتوپ سوم هیدروژن (تریتیوم) که دو نوترون و یک پروتون دارد. این نوع هیدروژن ناپایدار است و با مرور زمان تجزیه شده و به هلیم تبدیل می‌شود.

اگر تعداد نوترون‌های یک هسته یک و نیم یا بیش از یک و نیم برابر پروتون‌های آن باشد این عنصر ناپایدار و رادیواکتیو است یعنی می‌تواند تجزیه شود و پرتوزایی نماید.

در طبیعت عناصر خاصی را می‌توان یافت که تمام ایزوتوپ‌های آن رادیواکتیو باشد. از جمله عنصر **اورانیوم** و عنصر **پلوتونیوم** که هر دو جزء عناصر سنگین هستند و در طبیعت وجود دارند و در بمب‌ها و نیروگاه‌های هسته‌ای از آن‌ها استفاده می‌شود.

اورانیوم به طور طبیعی یک فلز سخت، سنگین، نقره‌ای و رادیواکتیو با عدد اتمی ۹۲ است. از سال‌ها قبل، از این عنصر برای رنگ دهنده‌های لعاب سفال یا برای تهیه رنگ‌های اولیه در عکاسی استفاده می‌نمودند. اما از خاصیت رادیواکتیو آن بی‌اطلاع بودند و نمی‌دانستند که این عنصر می‌تواند یک منبع انرژی بسیار مهم باشد. این فلز در سراسر پوسته زمین موجود است و ۵۰۰ برابر طلا یافت می‌شود. عنصر اورانیوم متراکم‌تر از عنصر سرب است و همین تراکم موجب سنگین‌تر شدن آن شده است و لذا اگر یک گالن شیر وزنی حدود چهار کیلوگرم دارد همان گالن از اورانیوم ۷۵ کیلوگرم وزن دارد!!

البته تنها در برخی مناطق غلظت اورانیوم به حدیست که استخراج آن به صرفه و اقتصادی و امکان‌پذیر باشد. اورانیوم چهار ایزوتوپ دارد که فقط دو ایزوتوپ آن به علت داشتن نیمه عمر نسبتاً بالا در طبیعت و معدن یافت می‌شود. این دو ایزوتوپ عبارتند از: اورانیوم ۲۳۵ و اورانیوم ۲۳۸ که هر دو ۹۲ پروتون دارند اما نوع اول ۱۴۳ و دومی ۱۴۶ نوترون دارد و به علت وجود این سه نوترون اضافی در نوع دوم، این ایزوتوپ سنگین‌تر است و الا از نظر خواص شیمیایی هر دو ایزوتوپ یکسان هستند.

اورانیوم ۲۳۵ شکست‌پذیر است و در نیروگاه‌های اتمی با استفاده از این خاصیت، هسته را شکست می‌دهند و از حرارت ایجاد شده تولید انرژی الکتریکی می‌نمایند.

روش‌های دستیابی به انرژی درون هسته

با روش‌های گوناگونی می‌توان به انرژی نهفته در درون هسته دست یافت:

۱. روش شکافت هسته‌ای

با استفاده از روش‌های پیچیده صنعتی می‌توان هسته درون یک اتم که عدد اتمی آن بالاست را شکاف داد تا با شکاف آن مقداری از جرم اتم به انرژی تبدیل گردد.

۲. روش همجوشی یا گداخت هسته‌ای

در این روش دو اتم سبک را به یک اتم سنگین تبدیل می‌نمایند تا انرژی بیشتری آزاد شود. مانند اتفاقی که در خورشید می‌افتد و اتم‌های سبک هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شوند اما این روش به دما و فشار بالایی نیاز دارد که تاکنون این شرایط دشوار در زمین فراهم نشده است.

امروزه در اکثر نیروگاه‌های هسته‌ای و در ساخت بمب‌های اتمی از روش شکاف هسته استفاده می‌نمایند.

اورانیوم و غنی‌سازی آن

چنانچه می‌دانیم راکتورهای موجود در نیروگاه‌های هسته‌ای با استفاده از ماده سوخت که همان اورانیوم است کار می‌کنند و با ایجاد

حرارتی فراوان موجب تبخیر آب موجود در مخازن مخصوص می‌گردد و این بخار توربین‌های بزرگ را به حرکت درمی‌آورد و این توربین‌ها ایجاد الکتریسیته می‌نمایند. پس آن‌چه نقش مهمی را در این میان ایفا می‌کند اورانیوم اَست. زیرا این ماده می‌تواند راکتورها را به حرکت وا دارد.

اورانیوم عنصری نسبتاً معمولی و طبیعی و فلزی رادیواکتیو و پرتوزا است که در تمام دنیا و در سراسر پوسته زمین و حتی در آب اقیانوس‌ها و دریاها پیدا می‌شود. برای دستیابی به این ماده مراحل زیر طی می‌گردد:

۱) استخراج اورانیوم

برای استخراج این عنصر از راه‌های گوناگون پیچیده‌ای استفاده می‌شود، که رایج‌ترین آن‌ها حفاری‌های روزمینی و زیرزمینی است. در حفاری روزمینی ذخیره معدنی اورانیوم نزدیک سطح زمین قرار دارد و با کندن گودال‌های بزرگ در اطراف این ذخیره بدان دست پیدا می‌کنند. اما برای دستیابی به ذخیره‌های عمیق‌تر از حفاری‌های زیرزمینی استفاده می‌کنند.

گاهی نیز با تزریق آب اکسیژنه به داخل معدن، اورانیوم موجود در معدن را در این محلول‌ها حل می‌نمایند و آن را به سطح زمین می‌آورند سپس در کارخانه‌های مخصوص، اورانیوم را از این محلول‌ها جدا می‌سازند.

۲) آسیاب نمودن اورانیوم

در نزدیکی معادن اورانیوم کارخانه‌هایی می‌سازند که اصطلاحاً به آن‌ها آسیاب گویند. در این آسیاب‌ها ابتدا عمل شستشو انجام می‌شود تا سنگ‌های اورانیوم از سنگ‌های معدنی جدا گردد. سپس این اورانیوم در محلول‌های خاصی حل می‌گردد تا کم کم اورانیوم ته‌نشین شود و سپس اورانیوم را از آن محلول جدا می‌کنند.

در مرحله بعدی اورانیوم جدا شده از ناخالصی‌ها بعد از خشک شدن در بسته‌های استوانه‌ای مخصوص ۲۰۰ لیتری بسته‌بندی می‌گردد. این اورانیوم که از عمل آسیاب به دست می‌آید شامل ۸۰٪ اورانیوم است. با وجود این که سنگ معدن اورانیوم در حدود ۰/۱٪

اورانیوم دارد. به این پودر که آماده حمل برای مراحل بعدی است اکسید اورانیوم یا کیک زرد گویند.

شکل ۶: کیک زرد

باقیمانده موادی که در آسیاب‌ها ته‌نشین می‌شوند هر چند نیمه عمر کوتاهی دارند اما چون رادیواکتیو و پرتوزا هستند لذا باید در محیطی دور از محیط زیست و در شرایط خاص نگهداری شوند. این مواد می‌توانند با روش‌های پیچیده‌ای به سلاح‌های اتمی تبدیل گردند.

۲) تبدیل و تغییر (غنی‌سازی) اورانیوم

اورانیوم به دست آمده از آسیاب‌ها به طور مستقیم قابل استفاده در راکتورها نیست بلکه باید پردازش‌های دیگری نیز روی آن انجام گردد. به روش‌های پیچیده‌ای که انجام می‌گردد تا اورانیوم به سوخت راکتورها تبدیل شود غنی‌سازی اورانیوم می‌گویند.

آنچه امروزه در بحث‌های انرژی هسته‌ای زیاد به گوش می‌رسد بحث غنی سازی است. لذا در این جا به طور خلاصه به آن اشاره‌ای می‌کنم:

اورانیوم طبیعی از ۹۹/۳٪ ایزوتوپ اورانیوم ۲۳۸ و ۰/۷٪ اورانیوم ۲۳۵ تشکیل شده است. آن چه مفید فایده است اورانیوم ۲۳۵ که قابل شکاف هسته است می‌باشد.

به طور خلاصه و قابل فهم برای همه، غنی سازی یعنی این که اعمالی روی اورانیوم طبیعی انجام شود تا درنتیجه اورانیوم ۲۳۵ بیشتر شده و اورانیوم ۲۳۸ کمتر شود.

این کار به روش‌های گوناگونی قابل انجام است اما مهم‌ترین و متداول‌ترین راهی که امروزه برای غنی سازی اورانیوم بکار گرفته می‌شود استفاده از دستگاهی به نام سانتریفوژ است.

آن‌چنان که در بحث‌های قبلی گفته شد تا سال‌ها دانشمندان نمی‌دانستند که اورانیوم خاصیت رادیواکتیو دارد. اما در سال ۱۹۳۸ هان، مایتنر و اشتراسمن به کشفی مهم دست یافتند که دنیا را تحت تأثیر قرار داد. آن‌ها پس از بررسی‌هایی متوجه شدند که می‌توان با انجام اعمالی هسته اورانیوم ۲۳۵ را شکاف داد.

این کشف و اعمالی که امروزه توسط دستگاه سانتریفوژ انجام می‌شود به زبان ساده بدین صورت است:

اگر در اطراف هسته اورانیوم ۲۳۵ یک نوترون به چرخش درآورده شود، هسته اورانیوم آن را جذب می‌کند و پس از جذب نوترون، هسته پایداری خود را از دست داده و شکسته شده و به دو یا چند هسته با جرم کوچک‌تر تبدیل می‌گردد. مسلم است که پس از شکافته شدن هسته، نوترون‌های خود هسته به حرکت و چرخش درمی‌آیند و موجب شکافت یا شکاف بعدی می‌شوند و این شکافت‌ها به صورت زنجیره‌ای ادامه می‌یابد و از شکافته شدن هسته‌های بسیار و پی در پی، انرژی بسیار زیادی به دست می‌آید.

به ازای هر اتمی که شکسته شود ۲۰۰ میلیون الکترون ولت انرژی، به اضافه دو تکه شکست و تعدادی نوترون رها شده از هسته‌ی شکافته شده که خود می‌تواند هسته‌های دیگر را بشکافد به دست می‌آید. این انرژی در مورد یک گرم اورانیوم در حدود صدها هزار مگاوات است، که اگر این شکافت‌ها به صورت زنجیره‌ای و پی‌درپی انجام شود در کمتر از یک هزارم ثانیه مشابه یک بمب اتمی عمل خواهد نمود.

اما اگر تعداد شکست‌ها در روی توده‌های اورانیوم را محدود نموده و در زمان‌های محدودی این کار انجام شود به طوری که در ازای یک شکست شکاف دیگری رخ دهد در واقع، شرایط یک نیروگاه اتمی به دست آمده است. تفاوت میان بمب‌های اتمی با نیروگاه‌های هسته‌ای در این است که برای ساخت یک نیروگاه هسته‌ای مقدار کمی اورانیوم طبیعی یا اورانیوم غنی شده کافی است، اما برای تهیه یک بمب اتمی به ۵ تا ۶ کیلوگرم اورانیوم ۲۳۵ صددرصد خالص نیاز است.

با توجه به آن‌چه بیان شد می‌توان فهمید که پرخرج‌ترین مرحله تهیه سوخت هسته‌ای، همین مرحله غنی سازی اورانیوم است. زیرا اگر ما هزاران کیلو سنگ معدن اورانیوم را به نیروگاه بیاوریم، تنها ۱۴۰ کیلو اورانیوم طبیعی به دست می‌آید، که فقط ۱ کیلو از آن اورانیوم ۲۳۵ خالص و قابل شکست است.

ساختار نیروگاه اتمی

شکل۷ : نیروگاه

نیروگاه اتمی را در واقع می‌توان یک بمب هسته‌ای بالقوه دانست که میله‌های مهارکننده و مواد خنک کننده مثل آب و گاز، دما و حرارت درون راکتورها را به بیرون می‌فرستند و لذا اگر روزی این میله‌ها و مواد انتقال دهنده‌ی حرارت، وظیفه خود را درست انجام

ندهند امکان انفجار نیروگاه حتمی است. همان‌طور که در ۲۶ آوریل سال ۱۹۸۶ در نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل *(Tchernobyl)* واقع در روسیه اتفاق افتاد.

هر چند در یک نیروگاه اتمی ارکان مهمی وجود دارند اما مهم‌ترین رکن آن راکتور است. در واقع به زبان ساده می‌توان گفت که راکتور وسیله‌ای است که در درون و قلب آن محفظه‌ای وجود دارد. اورانیوم ۲۳۵ که همان سوخت به حساب می‌آید را در استوانه‌ای مخصوص دربسته قرار می‌دهند و در قلب راکتور می‌گذارند. این راکتورها همانند کوره عمل می‌کنند با این تفاوت که مواد سوختی آن گاز و نفت و زغال سنگ نیست بلکه اورانیوم ۲۳۵ می‌باشد.

شکل۸ : ساختار راکتور

در یک نیروگاه هسته‌ای ارکان دیگری نیز وجود دارند که وظیفه مهمی را انجام می‌دهند. این ارکان عبارتند از:

۱) ماده سوخت

که از اورانیوم طبیعی، اورانیوم غنی شده و اورانیوم و پلوتونیوم تشکیل می‌شود. هرچند که این عمل را سوختن و اورانیوم را ماده سوخت می‌نامند. اما هرگز منظور از به کار بردن این اصطلاح، عملی همانند سوخت زغال یا نفت یا هر سوخت فسیلی دیگر نیست، بلکه

منظور از سوخت اورانیوم، همان عملی است که هر چند در مبحث قبلی به آن پرداخته شده اما برای فهم بهتر در این جا هم به آن اشاره‌ای می‌نماییم:

عمل سوخت هسته

در این واکنش با به چرخش درآوردن نوترون‌های کم انرژی در اطراف هسته اورانیوم ۲۳۵ قابل شکست باعث می‌شوند که هسته، آن نوترون را به درون خود بکشاند، سپس پس از ورود نوترون به داخل هسته، هسته پایداری خود را از دست می‌دهد و به دو تکه شکست و تعدادی نوترون آزاد شده تبدیل می‌گردد. این نوترون‌های رها شده خود عامل شکست هسته‌های دیگر می‌شوند. به ازای هر ۱۰۰ اتم که شکسته شوند، ۲۴۷ نوترون رها می‌شود.

آن چه مهم و کلیدی است این که باید بر روی این شکست‌ها کنترل دقیق وجود داشته باشد. و الا اگر این شکست‌ها در داخل یک توده اورانیوم به صورت زنجیره‌ای و مهار گسیخته روی دهند در اندک زمانی یک انفجار عظیم روی خواهد داد.

۲) نرم کننده‌ها

منظور موادی هستند که پس از رهاسازی نوترون‌های هسته، در مسیر آن نوترون‌ها قرار داده می‌شوند تا از میزان انرژی آن‌ها کاسته شود.

۳) میله‌های مهار کننده

این میله‌ها در درون راکتورها تعبیه شده‌اند و خاصیتی دارند که می‌توانند نوترون‌ها را به سوی خود بکشانند و آن را جذب نمایند. این کار باعث می‌شود که پس از رها شدن نوترون‌های فراوان از هسته‌های شکسته شده، تعدادی از نوترون‌ها به سوی میله‌های مهار کننده کشانده شده و جذب میله‌ها شوند. اگر این کار درست انجام نگردد در یک هزارم ثانیه به علت افزایش رو به رشد و مهار نشده‌ی نوترون‌ها، قدرت راکتور چند برابر شده و حالت انفجار پیدا می‌کند.

۴) مواد خنک کننده

هنگامی که هسته‌ها شکسته شده و نوترون‌های فراوان رها می‌شوند در درون راکتور حرارت زیادی حاصل می‌شود. این مواد خنک کننده انرژی حاصل از این شکست‌ها را به خارج راکتور انتقال

می‌دهند و در محفظه دیگری کـه درون آن آب اسـت ایـن انـرژی و گرمای به دست آمده از راکتور را به آب منتقل می‌کننـد. لـذا آب در اثر این گرمای شدید تبخیر می‌شود؛ بخـار متـراکم شـده تـوربین‌هـای ژنراتورهای مولد برق را به گردش درمی‌آورد. البته نکته جالب‌تر ایـن که این مواد خنک کننده وقتی گرمای راکتور را به آب منتقل نمودند و خود دوباره سرد شدند به داخل محفظه مبادله کننده در درون راکتـور برمی‌گردند.

این مواد خنک کننده که می‌تواند موادی از قبیـل گـاز CO_2، آب، آب سنگین، هلیم گازی و یا سدیم مـذاب باشـد چـون از درون قلـب راکتور خارج می‌شوند و در معرض تابش پرتوهای رادیواکتیـو هـستند بسیار خطرناک می‌باشند.

تشعشعات رادیواکتیو

وقتی در درون راکتور، شکافت‌های زنجیره‌ای روی اتم‌هـا صـورت می‌گیرد در اثر این واکنش‌های پی‌درپی و مداوم محصولات فراوانی در راکتور تولید می‌گردد که اغلب آن‌هـا ناپایـدار هـستند. از جملـه ایـن تولیدات، پرتوهای گاما، ذرات بتا و آلفا می‌باشـند. بـه ایـن سـه پرتـو

رادیواکتیو می‌گویند که نوع گامای آن از همه خطرناک‌تر است. چرا که فرکانس و جرم و انرژی بسیار بالایی دارد، لذا اگر به بدن انسانی برخورد نماید از ساختار سلولی او عبور می‌کند و در مسیر حرکتش باعث تخریب ماده DNA انسان می‌گردد و در نتیجه، زمینه بروز انواع سرطان‌ها، سندروم‌ها و نقایص غیرقابل جبران و لاعلاج دیگر فراهم می‌شود و غالباً این نقایص حتی به نسل‌های آینده نیز منتقل خواهد شد.

تشعشعات حاصل از بمب‌های اتمی می‌تواند تا شعاع پنجاه کیلومتری پراکنده گردد و تا سالیان سال مانع ادامه حیات موجودات زنده در محل‌های پراکنده شده باشد. از جمله اثرات زیانبار این پرتوها می‌توان به آلودگی آب‌های زیرزمینی، زمین‌های کشاورزی و حتی محصولات آن اشاره نمود.

ولی با وجود این همه اثرات زیانبار باز هم باید گفت که اورانیوم یک ماده ارزشمند طبیعی است که در کنار همه سوء استفاده‌ها، از آن می‌توان مطابق اصول بشردوستانه استفاده نمود. مهم‌ترین استفاده از آن؛ تولید انرژی الکتریسیته است. چرا که از یک کیلوگرم اورانیوم

می‌توان چهل هزار ساعت انرژی برق تولید کرد که این مقدار الکتریسیته معادل مصرف ده تن زغال سنگ و یا ۵۰,۰۰۰ گالن نفت است!!!

امروزه علاوه بر این با تاباندن پرتوهای رادیواکتیو بر روی اورانیوم ۲۳۸ موجود در قلب راکتور و طی واکنش‌های پیچیده شیمیایی، آن را به اورانیوم ۲۳۹ تبدیل می کنند که خود ایزوتوپی ناپایدار است و در عرض ۲۴ دقیقه از بین می‌رود اما با استفاده از روش‌های دیگر آن را به پلوتونیوم ۲۳۹ تبدیل می‌کنند. این ایزوتوپ‌هایی که با این روش‌ها به وجود می‌آیند هر چند مصنوعی هستند مصارف مهمی دارند. از جمله از بسیاری از آن‌ها در علم پزشکی و کشاورزی استفاده می‌شود.

کاربردهای انرژی هسته‌ای

۱) تولید برق

مهم‌ترین کاربرد این انرژی، تولید برق است. چنان که می‌دانیم در قرن حاضر، انرژی‌های فسیلی جهان رو به اتمام است و تنها منبع پایدار انرژی جهان، انرژی هسته‌ای است. بنابراین نه تنها ایران بلکه همه کشورهای جهان باید برای دستیابی به این انرژی تلاش نمایند.

هر چند کشور ایران یکی از صادر کنندگان بزرگ نفت است. اما با توجه به رشد سریع جمعیت و توجه به حفظ منابع سوخت فسیلی برای نسل‌های آینده، ایران در سال‌های آینده از صدور نفت محروم خواهد شد. لذا از اکنون باید به فکر منابع جدید انرژی بود. چنان چه در دو کشور چین و هند از منابع متنوع انرژی استفاده می‌شود.

در حال حاضر سوخت هسته‌ای در حدود ۷۰٪ برق کشور فرانسه را تامین می‌کند. دو کشور امریکا و روسیه نیز با وجود این که به منابع نفت و گاز دسترسی دارند اما از برق هسته‌ای استفاده می‌کنند. در کشور امریکا ۱۰۴ نیروگاه هسته‌ای وجود دارد و جالب است بدانیم که یک نیروگاه هسته‌ای ۹۰٪ ایام سال بدون نوسان کار می‌کند و برق تولید می‌نماید.

امروزه ۴۰ کشور جهان از توان تولید برق هسته‌ای برخوردار هستند و بر اساس آخرین آمارها در سال ۲۰۰۵ میلادی ۴۴۷ نیروگاه هسته‌ای در جهان وجود داشته و در حدود ۲۸ نیروگاه نیز در دست ساخت است.

چنان‌چه در بخش‌های قبلی گفته شد تولید برق در نیروگاه هسته‌ای از طریق انتقال حرارت موجود در راکتور به مخازن آب و تبخیر آب‌ها جهت به حرکت درآوردن توربین‌های تولید برق می‌باشد. این برق تولیدی از راه سوخت اورانیوم در راکتور برابر با مصرف هزاران تن سوخت فسیلی است.

۲) استفاده از انرژی هسته‌ای در علم پزشکی

استفاده در درمان بیماری‌ها، استفاده در نشان‌دار کردن ویروس‌ها و نمونه‌های زیستی برای شناسایی آن‌ها گونه‌های دیگری از این فن‌آوری گسترده است. در مراکز پزشکی هسته‌ای با استفاده از مواد رادیواکتیوی که از سازمان انرژی هسته‌ای دریافت می‌نماید، موادی به نام رادیودارو تولید می‌کنند که این رادیوداروها در دو جنبه استفاده می‌شوند. ۱ـ جنبه تشخیصی. ۲ـ جنبه دارویی و درمانی.

رشته پزشکی هسته‌ای در ایران یک رشته جدید و جوان است و بالطبع پزشکان این رشته نیز جوان و تازه کار هستند، چرا که این رشته هر چند از زمان قبل از انقلاب به ایران وارد شد اما تخصّصی نبود ولی از سال ۱۳۶۰ رشته پزشکی هسته‌ای در دانشگاه تهران ایجاد شد و

امروزه پزشکان این رشته به موفقیت‌های فراوانی در این زمینه و به خصوص در زمینه تشخیص بیماری‌ها دست یافته‌اند از جمله:

۱ـ استفاده از یک نوع رادیودارو به نام تالیوم ۲۰۱ برای تصویربرداری از قلب و مشاهده عیوب عروق کرنل. در واقع به جای استفاده از روش آنژیو که روشی دشوار می‌باشد و بیماران قلبی بسیار از این روش هراسان می‌شوند از اسکن قلب استفاده می‌کنند که علاوه بر راحت‌تر بودن این روش، همزمان می‌توان اکو و تصویربرداری از قلب را انجام داد.

۲ـ استفاده از انواع رادیوداروها برای درمان بیماری‌های تیروئید و همچنین استفاده از این مواد برای بهبود بخشیدن به حال بیمارانی که تحت عمل جراحی تیروئید قرار گرفته‌اند.

۳) استفاده از انرژی هسته‌ای در علم کشاورزی

عرصه‌های کشاورزی یکی دیگر از حوزه‌هایی است که می‌توان از این انرژی در آن استفاده نمود. محققان مراکز تحقیقات هسته‌ای کشاورزی بخش زیادی از تلاش و وقت خود را در سالیان اخیر به کارکرد این انرژی در کشاورزی اختصاص داده‌اند. اصلاح بذر و تولید

موادی برای دفع آفات و ... از جمله اموری است که به کمک انرژی هسته‌ای قابل انجام است.

۴) نقش انرژی هسته‌ای در پیشرفت علمی کشور

تکنولوژی هسته‌ای، میعادگاه علوم دیگر است چرا که بیشتر علوم و تکنولوژی‌ها مثل مکانیک، شیمی، مواد، برق و ... در آن دخالت دارد. درست مانند تولید خودرو که خود به پیشرفت سایر علوم نیز کمک می‌کند. یعنی اگر کشوری در زمینه فن‌آوری هسته‌ای به رشد همه جانبه دست پیدا نماید صنعتش در سطح بالایی از رشد قرار خواهد گرفت. در واقع اگر متخصصان کشور ما بتوانند با پشتکار خود دستگاه سانتریفوژ بسازند و مراحل غنی سازی اورانیوم را خود انجام دهند گام‌های بلندی را به سوی توسعه یافتگی ایران برداشته‌اند. زیرا برای اجرای این مراحل دشوار ناچارند که از علوم مختلف مهندسی، مکانیک، شیمی و غیره استفاده کنند.

فصل دوم

➢ تاریخچه انرژی هسته‌ای



آغاز فعالیت‌های هسته‌ای در جهان

هانری بکرل نخستین کسی بود که فهمید سنگ معدن اورانیوم پرتودهی عجیبی دارد. پس از آن در سال ۱۹۰۹ میلادی رادرفورد هسته اتم را کشف نمود و نشان داد که پرتوهای رادیواکتیو سه‌گونه (آلفا، بتا و گاما) هستند. چندی بعد دانشمندان متوجه شدند که منبع این پرتوها درون هسته اتم است. در سال ۱۹۳۸ دو دانشمند آلمانی به نام‌های اتوهان و فریتس شتراسمن آزمایشاتی را انجام دادند و فیزیک هسته‌ای را یک گام به جلو بردند. آن‌ها توانستند با به گردش درآوردن نوترون به دور هسته، هسته را بمباران کرده و به عناصر پرتوزا دست یابند. می‌توان گفت که این کشف اولین قدم برای تولید سلاح اتمی بود. زیرا چنان چه در فصل قبل بدان اشاره شد اگر شکافت هسته بدون محدودیت انجام شود انرژی بسیار بالایی آزاد می‌گردد.

بعدها دانشمند دیگری به نام انریکو به خاطر تحقیقاتش در این زمینه جایزه نوبل را از آن خود کرد.

در سال ۱۹۳۹ و قبل از شروع جنگ جهانی دوم دانشمندان هراس این را داشتند که مبادا محققان آلمانی از جمله هایزنبرگ

بتوانند با استفاده از انرژی هسته‌ای به تولید بمب اقـدام کننـد. لـذا از آلبرت انیشتین درخواست کردند که طی نامه‌ای به فرانکلین روزولـت رئیس جمهور وقت آمریکا موضوع را بیان کند.

جالب این که هرگز هایزنبرگ آلمانی این بمب را نـساخت بلکـه دولت‌مردان آمریکایی برای پیشی گرفتن از آلمان پروژه مانهتن را اجرا نموده و از انریکو خواستند تا بمب اتمی بسازد.

شکل۹ : بمب اتمی در ناکازاکی

سه سال بعد در دوم دسامبر ۱۹۴۲ نخستین راکتور اتمی دنیـا در دانشگاه شیکاگو آمریکا برای استفاده در زیردریایی‌هـا توسـط شـرکت وستینگهاوس ساخته شد. این راکتور که توسط برنده جایزه نوبل یعنـی انریکو ساخته شده بود شکلی کروی داشت و شامل چندین تن گرانیت و اورانیوم رادیواکتیو بود. هنگامی که انریکو به مدت چهار و نیم دقیقه واکـنش زنجیـره‌ای شـکافت را ادامـه داد نیرویـی در حـد نـیم وات الکتریسیته تولید شد. او همان ابتدا فهمید که با اسـتفاده از میلـه‌هـای مهار کننده می‌تواند زنجیره شکافت را کنترل کند. در واقع انریکو اولین

کسی بود که واکنش زنجیره‌ای هسته را واقعاً درک و با این کشف خود، نیروی هسته‌ای را به بشر اهدا نمود.

اما اولین راکتوری که برای تولید برق طراحی شد در شوروی و در ژوئن ۱۹۵۴ بود. بعد کشور انگلیس به ساخت راکتور بزرگ برای استفاده‌های صنعتی در سال ۱۹۵۶ اقدام نمود.

از سال ۱۹۶۶ تا ۱۹۸۵ در ساخت نیروگاه‌های اتمی جهش‌های فراوانی صورت گرفت و در بین سال‌های ۱۹۷۲ تا ۱۹۷۶ هر سال ۳۰ نیروگاه در جهان ساخته می‌شد، زیرا با توجه به بالا رفتن قیمت نفت، کشورها سعی نمودند که برای تولید انرژی مورد نیازشان به انرژی هسته‌ای رو آوردند.

اما امروزه از آن جهش، خبر چندانی نیست و از سال ۱۹۸۶ سالیانه تنها ۴ راکتور اتمی در جهان ساخته می‌شود و کشورهای جهان روند گوناگونی را در این زمینه داشته‌اند. مثلا انگلستان تا سال ۱۹۶۵ در ساخت نیروگاه اتمی در جهان پیشرو بود، اما اکنون این روند کاهش یافته است. آمریکا درست برعکس عمل نموده و در حالی که تا اواخر دهه ۱۹۶۰ تنها ۱۷ نیروگاه اتمی داشت در طول دهه‌های ۱۹۷۰ و

۱۹۸۰ بیش از ۹۰ نیروگاه اتمی ساخته است. این رشد به علت افزایش رو به رشد تقاضای انرژی در این کشور می‌باشد.

هم اکنون فرانسه ۷۵٪ از برق مورد نیاز خود را از انرژی هسته‌ای تولید می‌کند و با داشتن این آمار در صدر کشورهای هسته‌ای جهان قرار دارد.

پس از آن لیتوانی ۷۳٪، بلژیک ۵۷٪، بلغارستان و اسلوواکی ۴۷٪، سوئد ۴۶/۸٪ و آمریکا ۲۰٪ برق خود را از انرژی هسته‌ای به دست می‌آورند. بهتر است بدانیم که منطقه آسیا و اروپای شرقی به ترتیب مناطق اصلی جهان در ساخت نیروگاه اتمی هستند. ژاپن با ساخت نیروگاه‌های بزرگ در صدر کشورها قرار دارد و پس از آن چین، کره جنوبی، قزاقستان، رومانی، هند و روسیه قرار دارند.

در طی دو دهه اخیر کشورهای کانادا، آرژانتین، فرانسه، آلمان، آفریقای جنوبی، سوئیس و آمریکا در استفاده از انرژی هسته‌ای روند ثابتی را داشته‌اند.

فعالیت‌های هسته‌ای در ایران

۱) فعالیت‌های هسته‌ای قبل از انقلاب اسلامی

نخستین قدم جدی برای استفاده از انرژی هسته‌ای در ایران در سال ۱۳۳۵ برداشته شد. دانشگاه تهران مرکزی را تحت عنوان «مرکز اتمی دانشگاه» برای آموزش و پژوهش بنا نمود. چندی بعد در سال ۱۳۳۷ این دانشگاه پیشنهاد ساخت یک راکتور اتمی را به هئیت دولت داد. تئوری‌های هسته‌ای ایران در آن زمان بسیار بلند پروازانه بود و شاه بدان علاقه نشان می‌داد. در همین زمان که مصادف با دهه ۵۰ میلادی بود کشور آمریکا اولین کشوری بود که ما را به داشتن این انرژی ترغیب نمود و در راستای طرح خودش مبنی بر «اتم برای صلح» طرح یک راکتور را به ایران اهدا کرد.

عملیات ساخت این راکتور در دانشگاه تهران در سال ۱۳۴۰ آغاز و در سال ۱۳۴۶ مورد بهره‌برداری قرار گرفت. ظرفیتِ این راکتور ۵ مگاوات بود و تا سال ۱۳۵۷ اورانیوم غنی شده آن را آمریکا تأمین می‌نمود. نکته‌ای که نباید از آن غافل ماند هدف آمریکا از بهره‌مند

نمودن ایران از تکنولوژی هسته‌ای است. این هدف را در دو قالب می‌توان بیان نمود.

۱ـ با توجه به این که آمریکا در جنگ جهانی دوم دو شهر را با بمب اتمی ویران نموده بود می‌خواست بدین وسیله و با شعار «اتم برای صلح» فضای مشوش به وجود آمده را تعدیل نماید تا جهت‌گیری‌های جهانی را به سمت سایر کشورها سوق دهد.

۲ـ این دوران مصادف بود با جنگ سرد بین دو ابرقدرت جهان یعنی آمریکا و شوروی و آمریکا بارها ترس خود از حمله شوروی به ایران و الحاق ایران به شوروی و در نتیجه از دست رفتن پایگاه آمریکا در منطقه خاورمیانه را بیان نموده بود و می‌خواست با مسلح نمودن ایران به سلاح اتم در واقع منافع خود را در منطقه حفظ نماید. به هر حال در طی دو دهه ۳۰ و ۴۰ شمسی، ایران به یک راکتور ۵ مگاوات مجهز شده بود. علاوه بر آن فعالیت‌های دیگری نیز در این زمینه انجام شد از جمله؛ ایجاد مرکز پزشکی هسته‌ای در دانشگاه تهران.

در سال ۱۳۵۳ سازمان انرژی هسته‌ای ایران تاسیس شد و مرکز اتمی دانشگاه تهران تحت نظر این سازمان قرار گرفت. پس از ایجاد

سازمان انرژی هسته‌ای، دولت سرمایه‌گذاری‌های وسیع‌تری را به تحقیقات اتمی اختصاص داد. از جمله طرح‌های دولت؛ ایجاد ۲۳ نیروگاه در برنامه‌ای ۱۵ ساله بود و برای این کار ۴۴۰۰۰ نفر در این طرح‌ها مشغول به کار شدند و بسیاری برای فراگیری علوم مورد نیاز به صورت بورسیه به خارج کشور اعزام شدند. بین سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۵۷ حدود ۷ نیروگاه در دست بررسی بود که از جمله آن‌ها می‌توان به نیروگاه‌های اتمی بوشهر، کارون، ساوه و اصفهان اشاره نمود. ظرفیت این نیروگاه‌ها بیش از ۹۶۰۰ مگاوات بود. آنچه بدیهی به نظر می‌رسد اینکه با ایجاد نیروگاه‌های بیشتر بالطبع به سوخت غنی شده بیشتری نیاز است لذا همزمان با طرح نیروگاه‌ها دولت تصمیم گرفت به کمک فرانسه به تولید سوخت هسته‌ای در ایران اقدام نماید. و به همین خاطر در سال ۱۳۵۳ مرکز هسته‌ای اصفهان به منظور پشتیبانی علمی از فناوری هسته‌ای و همچنین تولید سوخت هسته‌ای با کمک آلمان ایجاد شد.

تا قبل از انقلاب نیروگاه اتمی بوشهر که ساخت آن از سال ۱۳۵۴ با کمک آلمان آغاز شده بود در حدود ۸۵٪ امور ساختمانیش و

۶۰٪امور برقی و مکانیکی آن انجام شده بود در نیروگاه کارون نیز تا قبل از انقلاب مراحل آماده سازی مکان استقرار رآکتورهای فرانسوی انجام شده بود. قول نامه نیروگاه ساوه نیز تا قبل انقلاب با شرکت آلمانی منعقد شده بود.

۲- فعالیت‌های هسته‌ای پس از انقلاب

پس از جریان انقلاب اسلامی، کشور آلمان از ادامه تعهدات خود در نیروگاه بوشهر سر باز زد و با وجود غرامت خواهی ایران و ارجاع پرونده به دادگاه بین‌المللی لاهه هنوز ایران نتوانسته است نه تنها غرامت بلکه مبالغ پرداخته شده اصلی به آلمان را باز پس گیرد.

پس از این ماجرا ایران به دنبال جایگزینی برای آلمان بود و توانست با روسیه وارد بحث شود و در سال ۱۹۹۵ قرارداد ساخت نیروگاه اتمی بین دو کشور بسته شد اما در سه مرحله به تعویق افتاد و هنوز نیز تکلیف این قرارداد معین نشده است هر چند در تیر ماه ۱۳۸۴ رئیس آژانس روسیه اعلام نمود که تا سال ۲۰۰۶ نیروگاه اتمی مورد قرارداد این کشور کار خود را آغاز می‌کند. از زمانی که بین

ایران و روسیه قرارداد ساخت نیروگاه امضاء شد این نیروگاه تحت بازرسی‌های آژانس بین‌المللی انرژی اتمی قرار گرفت.

در سال ۱۳۷۲ در پی سفر رئیس جمهور وقت - هاشمی رفسنجانی- به کشور چین دو قرارداد مبنی بر ساخت دو نیروگاه تحقیقاتی در ایران و تأمین مواد اولیه سوخت هسته‌ای با چین بسته شد. یعنی چینی‌ها متعهد شدند که با ایجاد کارخانه *UCF* اصفهان مواد اولیه سوخت آن دو نیروگاه مطرح شده در قرارداد را تأمین نمایند. اما پس از علنی شدن مطلب و فشارهای بسیار آمریکا چینی‌ها قرارداد ایجاد آن کارخانه در اصفهان را فسخ نموده و حتی ابتدا حاضر نشدند مبالغ از پیش فرستاده شده توسط ایران را برگردانند. اما با مذاکرات زیاد، ایران توانست علاوه بر مبالغ پرداخت شده، از چین غرامت نیز دریافت کند.

پس از این ماجرا متخصصان ایرانی با توکل به خدا و آگاهی به این مسئله که هیچ کشوری حاضر به همکاری با ایران نیست به تلاشی شبانه روزی دست زدند.

بالاخره در ۲۴ اسفندماه ۱۳۸۲ طراحی و ساخت UCF اصفهان تمام شد و به بهره‌برداری رسید. جالب این که بدانیم چینی‌ها قرار بود طرح UCF اصفهان را طی ۱۱ سال اجرا نمایند اما متخصصان ایرانی بین سال‌های ۷۹ تا ۸۳ این طرح را به اتمام رساندند. در این میان ایران توانست ا کمک دلالان خارجی به نقشه‌های راکتورهای اتمی دست یابد و با ساخت وسایل مورد نیاز در داخل و گاه وارد نمودن آن‌ها از خارج به پیشرفت‌های چشمگیری نائل گردد. آن چه متخصصان را به تلاش در این زمینه ترغیب می‌نماید این است که راکتور اتمی تهران در سال‌های پایان عمر خود قرار دارد و در سال ۱۳۸۸ باید خاموش گردد و در این صورت چگونه می‌توان به مواد مورد نیازی که امروزه با کمک این راکتور به دست می‌آید دست یافت؟ از جمله تنها راکتوری که اکنون در کشورمان به تولید رادیوداروها مشغول است راکتور اتمی تهران است و اگر ما برای آن جانشینی نداشته باشیم چه کسی جوابگوی هزاران هزار بیماری است که از طریق رادیوداروها درمان می‌شوند؟

به طور خلاصه می‌توان گفت که متخصصان ایرانی پس از انقلاب توانسته‌اند به پیشرفت‌های چشمگیری در زمینه انرژی هسته‌ای نائل گردند از جمله:

۱) استخراج اورانیوم از معادن ساغند یزد در اعماق ۲۰۰تا۳۰۰متری

۲) تبدیل سنگ اورانیوم به کیک زرد

۳) تبدیل کیک زرد از راه فن‌آوری اورانیوم به گاز UCG در اصفهان

۴) غنی‌سازی این گاز در تاسیسات نطنز و تولید اورانیوم غنی شده برای مصرف در نیروگاه‌های آب سبک

۵) راه‌اندازی تاسیسات تولید آب سنگین در اراک و بهره‌برداری از راکتور آب سنگین در چند سال آینده

۶) اجرای مراحل نیروگاه اتمی بوشهر و راه‌اندازی آن تا سال ۲۰۰۶ میلادی

تفاوت رفتار کشورهای جهان با ایران قبل و بعد از انقلاب

با توجه به آنچه در مباحث قبلی بیان شد می‌توان فهمید که فعالیت‌های هسته‌ای ایران در قبل از انقلاب با موافقت کشورهای غربی و به خصوص آمریکا همراه بوده است و علاوه بر آن می‌توان گفت که روند توسعه هسته‌ای ایران از سال ۱۳۵۳ با کمک کشورهایی همچون آمریکا و آلمان و فرانسه بوده و چه بسا که این رشد و جهش هسته‌ای با کمک‌ها و حضور و سلطه غربی‌ها بر این صنعت در ایران صورت گرفته است.

هر چند که این کشورها به جهش صنعت هسته‌ای ایران علاقمند بودند اما زیربنای صنایع ایران چنین توانی را نداشت و آن‌ها تنها به سودآوری این صنعت و به سود خود می‌اندیشیدند و در صدد جذب دلارهای فراوان از کشوری بودند که در درجه‌بندی توسعه در ردیف کشورهای جهان سوم قرار داشت.

مسلما هدف آنان از بهره‌مند نمودن ایران از صنعت هسته‌ای، پیشرفت این کشور نبوده است بلکه آن‌ها از این راه می‌خواستند به اهداف سلطه جویانه خود برسند و مانع توسعه ایران گردند تا همیشه این کشور را به خود وابسته قرار دهند. درست مانند مخالفت‌های فراوانی که در زمینه ملی شدن صنعت نفت در ایران انجام دادند.

بنابراین پس از پیروزی انقلاب اسلامی و قطع روابط ایران با آمریکا و کشورهای سلطه‌جو آن‌ها درصدد برآمدند که از راه‌های گوناگون از پیشرفت صنعت هسته‌ای در ایران جلوگیری نمایند و بدین منظور با فشار فراوان بر کشورهای جهان مانع ارتباط علمی بین ایران و کشورهای توسعه یافته شدند و چنان چه در مباحث قبل بیان شد هر کشوری که به انعقاد قرارداد در زمینه انرژی هسته‌ای با ایران اقدام می‌نمود را تحت فشارهای شدید روانی و سیاسی و تحریم‌های اقتصادی قرار می‌دادند و در نتیجه آن کشور به تعهدات خود عمل نمی‌نمود. اما

خوشبختانه این شیوه خود عاملی پیشبرنده برای ایران شد و متخصصان ایران را بر آن داشت که با توکل بـر خـدا بـه تـلاش در ایـن زمینـه بپردازند و به نتایج قابل توجهی دست یابند.

باید توجه داشت کـه ایـران تنهـا کـشور جهـان نیـست کـه بـه فعالیت‌های هسته‌ای اقدام نموده است، بلکه در حـال حاضـر اگـر بـه توان هسته‌ای کشورها نگاهی بیافکنیم این نتایج به دست می‌آید:

- ۳۰ کشور در جهان مدت‌های مدیدی است که از نیروگاه‌های هسته‌ای خود استفاده می‌نمایند.
- بیش از ۴۰ کشور در جهان وجود دارد که اغلب ان‌ها از یـک دهه پس از جنگ جهانی دوم به استفاده از راکتورهـای اتمـی بـرای اسـتفاده‌هـای آموزشـی و تولیـدی و تحقیقـاتی روی آورده‌اند.
- در زمینه چرخه سوخت هسته‌ای، اکنون ۱۳ کشور در زمینـه تبدیل اورانیوم، ۱۲ کشور در زمینه غنی‌سـازی اورانیـوم، ۱۹ کشور در رابطه بـا تولیـد سـوخت هـسته‌ای و ۱۰ کـشور در زمینه بازفرآوری سوخت مصرف شده فعالیت دارند.

اکنون که همه کشورها با نظر به این که منابع سوخت فـسیلی رو به اتمام است، به تولید انرژی هسته‌ای روی آورده‌اند و محافـل غربـی

خود از این انرژی برخوردار هستند و قبل از پیروزی انقلاب در صدد بهره‌مند نمودن ایران از این نوع انرژی بوده‌اند. پس علت این همه مخالفت کشورهای غربی و به خصوص آمریکا با فعالیت‌های هسته‌ای ایران چیست؟ برخی از این علت‌ها به شرح ذیل است:

۱ ـ مخالفت ایران با رژیم اشغالگر صهیونیسم

این امر مخالفت‌های آمریکا علیه ایران را در هر زمینه‌ای و به خصوص در این زمینه خاص تشدید نموده است.

۲ ـ وابسته نگاه داشتن ایران به بلوک غرب

اگر ایران به انرژی هسته‌ای دست یابد و در نتیجه به توسعه همه جانبه روی آورد به خودکفایی می‌رسد و این مورد پسند غرب نیست.

۳ ـ سیاست استقلال طلبانه ایران در زمینه توسعه صنعتی

ایران می‌خواهد با حفظ استقلال سیاسی و اقتصادی به توسعه کامل دست یابد و این نکته مورد مخالفت کشورهای غربی می‌باشد.

۴ ـ دستیابی به انرژی هسته‌ای دروازه‌ای برای دستیابی جهان اسلام به این انرژی

اگر ایران بتواند به انرژی هسته‌ای دست پیدا کند توان بیشتری برای نفوذ در بین کشورهای اسلامی دارد.

فصل سوم

> ضرورت دستیابی کشور به انرژی هسته‌ای



ضرورت دستیابی به انرژی هسته‌ای

هنوز نیز افرادی هستند که می‌پرسند که چرا ما باید با وجود این مخالفت‌ها و تهدیدها بدین انرژی دست پیدا کنیم؟ در جواب این گروه می‌توان گفت که هر چند که دست یافتن به این انرژی مشقت‌های فراوانی را در پی دارد اما ثمرات و فواید آن به مراتب بیشتر و مهم‌تر است که در این جا به طور اختصار به بیان این ثمرات می‌پردازیم:

۱ ـ ضرورت زیست محیطی

آن چه موجب شد که قرارداد «کیوتو» نوشته شود این بود که نیروگاه‌های برق موجود در جهان که با سوخت فسیلی کار می‌کنند روزانه مقدار قابل توجهی گاز گلخانه‌ای و آلاینده‌هایی از قبیل کربن و گوگرد را وارد محیط زیست می‌کنند که این گازها برای سلامت انسان‌ها و حیوانات و گیاهان بسیار زیانبار است. با وجود این کشور ما در حال حاضر در حدود ۳۵ هزار مگاوات نیروگاه برق دارد و در ۱۰ سال آینده این مقدار به ۶۰ هزار مگاوات خواهد رسید و مسلما گازهای گلخانه‌ای فراوانی به سلامت ما زیان خواهند رساند و وجود

این آلاینده‌های خطرناک، خود هزینه‌های فراوان پزشکی و اجتماعی را به دنبال خواهند داشت.

اما اگر بتوانیم برق مورد نیاز را از طریق نیروگاه‌های هسته‌ای به دست آوریم مشکل آلودگی محیط زیست و هزینه‌های بعد از آن را نخواهیم داشت. چرا که نیروگاه هسته‌ای تنها مقداری زباله اتمی بوجود خواهد آورد که هرچند برای محیط زیست بسیار زیانبار است اما می‌توان آن‌ها را فشرده نمود و در مکان‌های خاص نگهداری کرد و با هزینه‌های نسبتا پایینی در عمق زمین دفع نمود. همچنین سوخت مصرف شده در راکتور را می‌توان باز عمل‌آوری مجدد نمود و از آن پلوتونیوم و اورانیوم استخراج کرد.

شکل ۱۰: مراحل عمل‌آوری مجدد

۲ـ ضرورت تکنولوژیک

با نیم نگاهی به کشورهای جهان می‌بینیم که اغلب کشورها نه تنها در زمینه تولید سوخت هسته‌ای به فعالیت مشغول هستند بلکه با توجه به محدود بودن منابع اورانیوم جهان درصدد هستند که با به راه انداختن تکنولوژی گداخت هسته‌ای به تولید انرژی از راه هم‌جوشی

هسته‌ای بپردازند. درست مانند اتفاقی که هر روزه در خورشید روی می‌دهد.

حال اگر کشور ما به برنامه‌ریزی در این زمینه نپردازد تا همیشه در فهرست کشورهای عقب مانده قرار خواهد گرفت. کشور ایران با اجرای صحیح و گام به گام برنامه چشم‌انداز بیست ساله کشور، خواهد توانست خود و نام خود را از لیست کشورهای در حال توسعه و جهان سوم برهاند، و آن چه متخصصان را در این زمینه یاری می‌کند دستیابی به علوم و تکنولوژی پیشرفته است.

اکنون کشور ما پس از سه ده تلاش در زمینه پیوستن به کلوپ هسته‌ای دنیا، با وجود مشکلات و تحریم‌های فراوان در حال گذار از یک مرحله مهم تاریخی است و اگر روس‌ها در زمان مقرر نیروگاه اتمی بوشهر را تحویل دهند مشکل ما در پیوستن به کلوپ جهانی حل خواهد شد و علاوه بر آن ما اولین کشور خاورمیانه هستیم که نیروگاه هزار مگاواتی از نوع *VVER* خواهد داشت.

مسلم است که ایران به عنوان ام‌القری جهان اسلام اگر به این انرژی دست یابد توان بیشتری برای نفوذ در بین سایر کشورهای

اسلامی خواهد داشت و با در دست داشتن برگ برنده، از فرصت‌های بیشتری برای توسعه و انتشار اسلام برخوردار خواهد بود.

۲ ـ ضرورت اقتصادی

اگر چه کشور ایران از منابع غنی نفت و گاز بهره‌مند است اما ضرورت‌های استراتژیک ایجاب می‌کند که از سایر منابع نیز بهره‌برداری نماید. مثلا اگر کشوری منابع آبی فراوانی دارد برای تولید برق به سراغ منابع دیگر نیز خواهد رفت. پس با وجود این که ایران منابع نفت و گاز بسیاری دارد تنها به بهره‌برداری از آن‌ها اکتفا نمی‌کند. زیرا اگر اقتصاد به یک محصول وابسته باشد بالا یا پایین رفتن قیمت آن محصول می‌تواند مشکلات فراوانی را در پی داشته باشد.

علاوه بر آن نیروگاه‌های فسیلی تولید برق که با هزینه پایینی ساخته می‌شوند، بسیار هزینه‌بر است و هر نیروگاه در طول یکسال به حدود ۱۰ میلیون بشکه نفت یا معادل این مقدار، از سایر سوخت‌های فسیلی نیاز دارد. که اگر قیمت نفت را بشکه‌ای ۲۲ تا ۲۸ دلار فرض کنیم این نیروگاه سالانه ۲۴۰ میلیون دلار سوخت مصرف می‌کند و ۶۰ میلیون دلار هزینه تعمیرات دارد.

هر چند برای ساخت نیروگاه هسته‌ای به سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی نیاز است اما پس از بهره‌برداری از این نیروگاه، هزینه‌های نگاهداری و تعمیرات، بسیار اندک است. چنین نیروگاهی سالانه در حدود ۳۰ تن اورانیوم غنی شده نیاز دارد که قیمت این مقدار اورانیوم غنی شده در شرایط اقتصادی مناسب ۱۰ میلیون و در بدترین شرایط ۲۵ میلیون دلار می‌باشد.

٤ـ ضرورت تحقیقاتی

تنها راکتور تحقیقاتی ایران راکتور تهران است که در پایان عمر خود به سر می‌برد و تا سال ۱۳۸۸ خاموش خواهد شد. این راکتور در زمینه تحقیقات پزشکی و کشاورزی فواید فراوانی را عاید کشورمان نموده است. تولید رادیوداروهای فراوان برای درمان و غالبا تشخیص بیماری‌های مهم و سخت توسط این راکتور انجام می‌گیرد که تهیه یا عدم تهیه این رادیوداروها با سلامت و حفظ جان هزاران نفر ارتباط مستقیم دارد.

اگر کارشناسان در صدد ساخت راکتوری جهت جانشین نمودن آن برای راکتور تهران نباشند چگونه می‌توان این رادیوداروها را به

دست آورد؟ البته باید درنظر داشت که خرید این مواد از سایر کشورها مشقات و هزینه‌های فراوانی دارد و علاوه بر آن هر چند این رادیوداروها تنها استفاده پزشکی دارند اما کشورهای خارجی از فروش این مواد به ایران ممانعت می‌نمایند.

شکل ۱۱: راکتور تحقیقاتی

ضرورت غنی‌سازی و تولید سوخت هسته‌ای در خاک کشور

شاید این سؤال در اذهان عمومی باشد که اگر ما بنا به دلایل بیان شده چاره‌ای جز دستیابی به انرژی هسته‌ای نداریم و از طرفی کشورهای غربی تهدیدها و تحریم‌های فراوانی را برای ما درنظر دارند چرا نمی‌توانیم این انرژی را از طریق سایر کشورها تولید نموده و سپس به کشور وارد نماییم؟

برای پاسخگویی به این سؤال باید از جوانب مختلف به این پیشنهاد اندیشید:

۱ ـ از نظر اقتصادی

غنی سازی در خارج کشور پیامدهای اقتصادی فراوانی را به دنبال خواهد داشت. از جمله:

الف) این طرح موجب می‌شود که نیروگاه‌های کشور به خارج وابسته گردند.

ب) غنی‌سازی با مدیریت یک کشور دیگر برای ما قابل اتکاء نخواهد بود. زیرا تاکنون کشورهای فراوانی در رابطه با ساخت نیروگاه در داخل کشور با ایران قرارداد بسته‌اند اما به تعهدات خود عمل ننموده‌اند تا چه رسد به این که غنی‌سازی در خارج از خاک کشور ایران باشد.

ج) انتقال اورانیوم غنی شده از خارج کشور به ایران مستلزم انعقاد قراردادهای دیگر و هزینه‌های هنگفت است.

د) اگر غنی‌سازی و سایر مراحل تولید سوخت هسته‌ای در داخل کشور صورت گیرد علاوه بر پیشرفت این صنعت، سایر دانش‌ها در عرصه‌های مختلف علمی و صنعتی رو به توسعه خواهند نهاد و نیروهای متخصص تربیت خواهند شد و نیروهای تربیت شده به فعالیت خواهند پرداخت. اما اگر زمینه کار و تحقیقات برای این متخصصان جوان فراهم نشود ما شاهد فرار این مغزهای متفکر از کشور خواهیم بود.

۲ ـ از نظر سیاسی

الف: غنی‌سازی در کشوری دیگر موجب می‌شود که حق حاکمیت ایران بر صنعت هسته‌ای نادیده گرفته شود و چه بسا که در گیر و دارهای سیاسی، آن کشور بخواهد از این راه ایران را تحت فشار قرار دهد.

ب: جابه‌جایی قدرت حاکم بر کشور مربوط، خود می‌تواند موجب تنش و گاه تیرگی روابط بین ایران و آن کشور شود.

۳ ـ از نظر زیست محیطی

غنی ساختن اورانیوم در کشوری دیگر و انتقال آن به ایران تهدیدی جدی برای منابع زیست محیطی کشور و منطقه می‌باشد.

٤ ـ از نظر امنیتی

در سیاست بین‌المللی کشورهایی که به چرخه سوخت هسته‌ای دست یافته‌اند حتی اگر بمب اتمی نداشته باشند عامل تهدید برای کشورهای دیگر می‌باشند. حال اگر ایران از غنی‌سازی در خاک خود چشم‌پوشی کند در واقع از مهم‌ترین مرحله تولید سوخت هسته‌ای

محروم شده و این عامل بازدارنده در برابر تهدیدات جامعه جهانی را از دست داده است.

با توجه به این نکات می‌توان دلایل اصرار دولت‌مردان کشور برای انجام تمام مراحل تهیه سوخت هسته‌ای در داخل کشور، را درک نمود.

هیچ کشوری حق ندارد که راه تولید علم و تکنولوژی را به روی کشورهای دیگر ببندد. البته کشورها باید بدانند که در چارچوب قوانین بین‌المللی و طبق اصول مسالمت‌آمیز می‌توانند به توسعه کشور خود بپردازند و در این راه نمی‌توانند مانع پیشرفت سایر کشورها یا عامل خطری برای آن‌ها باشند.

هرچند که امروزه کشورهای ابرقدرت جهان که خود به سلاح‌های اتمی مجهز هستند کشورهای دیگر به خصوص کشورهای جهان سوم و در حال توسعه را از دستیابی به انرژی هسته‌ای بازمی‌دارند، اما همه کشورهای جهان با توجه به رو به اتمام بودن منابع سوخت فسیلی در صدد دستیابی به انرژی جایگزین هستند و این کشورها باید با تلاش و

بیداری نگذارند که سوخت آینده جهان در انحصار چند قدرت خطرناک باشد.

خوشبختانه متخصصان جوان کشور در سال‌های اخیر با توجه به این که توسعه انرژی هسته‌ای در ایران بدون کمک کشورهای توسعه یافته و بدون دستیابی به تجربیات کشورهای موفق کاری بس دشوار می‌باشد با تلاشی مستمر و وصف ناشدنی توانسته‌اند به پیشرفت‌های هنگفتی دست یابند. بدون شک کشور ما و هر کشوری که بتواند چرخه تحقیقات خود را با پیشرفت در زمینه علوم هسته‌ای کامل نماید در آینده نزدیک می‌تواند آزاد و رها از سلطه مستکبران زندگی کند.

مراحل تولید سوخت هسته‌ای در ایران

پس از تلاش‌های مستمر، متخصصان کشورمان اکنون توانسته‌اند مراحل تهیه سوخت هسته‌ای را در داخل کشور به شرح ذیل در پنج مرحله انجام دهند:

در مرحله نخست از این فرایند، سنگ اورانیوم از معادن واقع در ساغند یزد استخراج می‌شود و سپس این سنگ‌های معدنی به شهر اردکان در یزد برده شده تا در آن جا فرآوری گردد و به کنستانتره

«اکسید اورانیوم» تبدیل گردد. این محصول به دست آمده همان کیک زرد است.

در مرحله بعدی کیک زرد به اصفهان برده می‌شود تا در کارخانه «UCF» به اورانیوم با غنای طبیعی تبدیل گردد.

در این مرحله این محصول را برای بالا بردن درصد اورانیومش تا ۳/۵٪ به کارخانه نطنز می‌برند.

در مرحله چهارم فلوراید اورانیوم در دستگاه‌های سانتریفوژ، غنی‌سازی می‌شود تا از غنای ۳/۵ درصدی برخوردار گردد و سپس این ماده غنی شده باز به کارخانه اصفهان برگردانده می‌شود.

در مرحله پنجم و پایانی، با کمک فعل و انفعالات شیمیایی، اورانیوم غنی شده آماده می‌گردد و در قلاف‌های مخصوص پیچیده می‌شود تا جهت استفاده در نیروگاه‌های اتمی به آنجا منتقل گردد.

با در نظر گرفتن مراحل پنج‌گانه تولید سوخت هسته‌ای، می‌توان گفت که اگر بنا باشد یک مرحله از این مراحل در کشور حذف یا تعطیل گردد سایر مراحل بی نتیجه خواهد ماند و تمام تلاش‌های انجام شده برای تاسیس این کارخانه‌جات عظیم بی اثر خواهد شد و حدود ۵ میلیارد سرمایه گذاری‌های انجام شده برای ایجاد این مراحل هدر

خواهد رفت. هر چند که برخی کشورها چند مرحله از سوخت هسته‌ای را در داخل کشور خود و برخی مراحل را در سایر کشورها انجام می‌دهند، اما اگر ایران بخواهد غنی سازی را در کشوری مانند روسیه انجام دهد و سپس اورانیوم غنی شده را به ایران باز گرداند، این کار هیچ توجیه و صرفه اقتصادی در بر نخواهد داشت زیرا ما برای تامین سوخت هسته‌ای نیروگاهی شبیه نیروگاه بوشهر در داخل کشور تنها به ۱۰ تا ۱۵ میلیون دلار نیاز داریم اما اگر قرار باشد این سوخت را از خارج تهیه کنیم هزینه‌های هنگفتی را در پی خواهد داشت.

سیاست‌های هسته‌ای در ایران

هر چند رویدادهای اساسی کشور در مباحث قبلی بخصوص در فصل تاریخچه از نظر گذشت، اما بهتر دیدم که در مبحثی جداگانه به اصول اساسی سیاست کشور در رابطه با انرژی هسته‌ای اشاره‌ای نمایم.

آمریکا قبل از انقلاب اسلامی در ایران اعلام کرده بود که کشور ما با یک سوم جمعیت فعلی به ۲۷ هزار مگاوات برق اتمی نیاز دارد و اجازه تولید این مقدار را به ما داده بود. امابا قطع روابط ما با آمریکا پس از انقلاب و مخالفت‌های جهانی، طرح‌های هسته‌ای ما نیمه تمام ماند.

دو سال پیش کشورهای اروپایی اعلام نمودند که ایران اگر پروتکل الحاقی را امضا نماید می‌تواند به فعالیت‌های صلح آمیز هسته‌ای خود ادامه دهد. اما در توافق‌نامه پاریس تمام فعالیت‌های هسته‌ای ایران حتی تحقیقات در این زمینه را تعلیق نمودند. کشور ما برای این که حسن نیت خود را به جهانیان نشان دهد ابتدا این تعلیق را پذیرفت اما با مرور زمان و نشست‌های مختلف در سعد آباد، بروکسل و پاریس، ایران متوجه این مطلب شد که هدف کشورهای مقابل از این تعلیق، روشن شدن وضعیت هسته‌ای ایران نیست، بلکه آن‌ها سعی دارند که با بهانه‌ها و دلایل واهی و برگزاری جلسات مختلف به وقت کشی بپردازند تا «دکترین برچیدن» برنامه هسته‌ای ایران را اجرا کنند و فناوری هسته‌ای را از اذهان مردم به فراموشی بسپارند.

در بند چهار پیمان منع تکثیر سلاح‌های هسته‌ای، به صراحت اعلام شده است که همه کشورها حق دارند از دانش فناوری هسته‌ای در جهت اهداف صلح جویانه استفاده نمایند. جالب آن که در همین پیمان راه‌کارهایی برای کمک به کشورهایی که از این انرژی بی بهره

هستند و قصد دارند به این فناوری دست یابند ارائه شده است. از طرفی یکی از وظایف آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای اینست که راهی را برای تسهیل دسترسی کشورها به انرژی هسته‌ای مسالمت آمیز به کار گیرد. اما با وجود این که بازرسان و کارشناسان این آژانس ۲ سال کامل به طور شبانه روزی در تاسیسات هسته‌ای ایران به تحقیق و بازرسی مشغول بودند و متوجه شدند که ایران هرگز قصد دستیابی به سلاح اتمی را ندارد هنوز به بهانه‌های واهی قصد دارند که با طرح‌های سیاسی، موجب توقف چرخه هسته‌ای در ایران شوند.

با اندک تأملی در این طرح‌ها و پی بردن به دست‌های موجود در پشت پرده، چنین برداشت می‌شود که تنها هدف این همه برنامه و طرح و نشست و تعلیق چیزی جز مهار قدرت ایران و شکستن اقتدار خارجی و بین‌المللی این کشور و ورود آمریکا به عنوان ناظم نوظهور در خاورمیانه نیست.

اما کشورهای جهان و در راس همه آمریکا باید بدانند که قدرت ایرانیان با تضعیف و ایجاد رعب در دل کشورهای جهان و به خصوص کشورهای منطقه بدست نیامده است؛ بلکه ایران این قدرت عظیم را از

راه منطق به دست آورده و آن را نتیجه لیاقت‌ها و توانمندی‌های مردم خود می‌داند.

آنچه توانست ایران را به این مرحله برساند اصول و روش‌های اسلامی بوده و ایران که به طور حتم عامل ثبات منطقه است هرگز قصد ندارد که این ثبات را برهم بزند. و کشورهای جهان نیز باید بدانند که دیگر امروزه دستیابی به انرژی هسته‌ای در ایران یک طرح دور از ذهن در روی میزهای کارشناسان نیست بلکه یک آرمان ملی شده و هرگز نباید با آرمان یک ملت بزرگ ایثارگر مبارزه نمود.

آن‌ها می‌دانند و با مرور زمان متوجه شده‌اند که کشور ایران، لیبی نیست که پیش دستی کند و راه تسلیم را برگزینند، بلکه دانشمندان ایران به این انرژی دست یافته‌اند و اکنون ایران هشتمین کشور در تکنولوژی فراوری اورانیوم و تبدیل آن به کیک زرد شناخته شده است و حدود ۷۰۰ نفر از جوانان متخصص در پروژه «یو. سی. اف» اصفهان تخصص خود را می‌گذرانند و شاید جهان باور نکند که مدیریت پروژه اصفهان بر عهده یک جوان ۲۷ ساله ایرانی است که فارغ‌التحصیل دانشگاه صنعتی شریف می‌باشد و جالب‌تر اینکه فرآیند اولیه این پروژه

که تولید «یو. سی. اف» بود پروژه دکترای یکی از همین متخصصان جوان ایرانی بوده است. پس کاملاً مشخص است که مهندسان ایرانی بدون نیاز به کمک کشورهای دیگر و تنها بااتکا به خدا و خودباوری به این نقطه رفیع رسَیده‌اند و اکنون خواهان این هستند که به سازمان‌های جهانی مربوط ملحق گردند و طبق مفاد پیمان‌های بین‌المللی به برنامه‌های خود ادامه دهند.

خلاصه این که سیاست کنونی کشور ایران در قبال کشورهای جهانی چیزی جر نشان دادن حسن نیت خود در استفاده صلح‌آمیز از انرژی هسته‌ای نیست و لذا قصد دارد که نه از راه‌های امنیتی و نظامی بلکه تنها از راه سیاسی و مذاکره، مشکلات و سوءتفاهمات موجود را به حسن ظن تبدیل کند و در قالب توافق‌نامه‌های آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای به چرخه سوخت هسته‌ای دست یابد و در حد امکان غنی سازی اورانیوم را در خاک کشور و تحت نظر آژانس انجام دهد.

آمارها به ما ثابت می‌کند که دستیابی به این انرژی یک ضرورت اجتناب ناپذیر است. و هدف ایران از پا فشاری برای دست‌یابی بدین توانمندی بزرگ این است که با پیشرفت در این زمینه بر اساس مفهوم

«بهره برداری از منابع متنوع انرژی» و به دنبال آن رشد فزاینده اقتصادی و تحقیقاتی در تمامی زمینه‌ها، بتواند به ایرانی مرفه و با ثبات تبدیل گردد و نقش سازنده‌ای در صلح و امنیت منطقه‌ای ایفانماید. این همان نکته‌ای است که کشورهای غربی را به وحشت انداخته است و لذا تلاش می‌کنند تا با محروم نمودن ایران از توان هسته‌ای بتوانند قدرت و اقتدار خارجی ایران را شکست داده و محدود نمایند.

اما ایران با برنامه‌های آمریکا پیش نمی‌رود چرا که دولت و مردم و اعتقادات مذهبی و ملی آن‌ها هرگز اجازه نمی‌دهد که تحت سیطره ابرقدرت‌ها زندگی کنند لذا در تلاش است که با بالا بردن توانمندی‌های خود به اقتداری جهانی دست یابد تا بتواند نقشی سازنده در جهان اسلام و منطقه خاورمیانه داشته باشد.

اما آن چه باید مورد توجه و باور جهانیان قرار گیرد این است که اقتذار ایران نه تنها عامل تهدیدی برای منطقه و کشورهای همسایه نیست بلکه عامل صلح و امنیت است و ایران این نکته را بارها به جهان اعلام و قابت نموده است.

فصل چهارم

➢آشنایی با آژانس بین‌المللی انرژی هسته‌ای

آشنایی با آژانس بین المللی انرژی اتمی

آژانس بین‌المللی انرژی اتمی (*IAEA*) که مخفف (*International Atomic Energy Agency*) است در سال ۱۹۵۶ تشکیل شد. این آژانس نهادی بین‌المللی است که زیر مجموعه سازمان ملل متحد محسوب می‌شود.

هدف از تشکیل این نهاد پیگیری روند عدم اشاعه سلاح‌های هسته‌ای بود که علاوه بر آن این آژانس مسئول نظارت بر اجرای معاهده (*NPT*ـ منع گسترش سلاح‌های هسته‌ای مصوب ۱۹۸۶) نیز است.

اهداف آژانس

با بررسی اساس‌نامه این نهاد می‌توان دو وظیفه مهم را برای این آژانس برشمرد:

۱- استفاده صلح جویانه از انرژی اتمی و ترویج و توسعه آن در راه صلح، بهداشت، ترقی و رفاه در سراسر جهان،

۲- اطمینان یافتن از این‌که کمک‌ها و اطلاعات ارائه شده از سوی آژانس در زمینه این انرژی، صرف مقاصد نظامی نخواهد شد.

ارکان آژانس

در ساختار و تشکیلات این نهاد ۳ رکن در نظر گرفته شده است:

۱) کنفرانس عمومی

این رکن بالاترین رکن و مرجع تصمیم‌گیری است که سالی یک بار در مقر سازمان در وین تشکیل می‌شود. البته بنابر تقاضای هیات حکام یا اکثریت اعضاء اجلاس، نیز می‌توان کنفرانس ویژه برگزار نمود. طبق اساس‌نامه، کنفرانس عمومی اختیارات وسیعی دارد از جمله انتصاب هیات یا شورای حکام و یا دبیر کل.

۲) شورای حکام

این شورا ۳۵ عضو دارد که ۱۳ کشور عضو دائمی هستند و ۲۲ کشور به صورت دوره‌ای از میان کشورهای علاقه‌مند انتخاب می‌گردند. این شورا چون حق و اختیار دارد که در مورد فعالیت هسته‌ای کشورها «حکمیت» کند و «حکم نهایی» را صادر نماید بدین نام ملقب شده است و در این شورا نماینده هر کشور «حاکم» آن کشور محسوب می‌شود.

این شورا هر سه ماه یک بار نشست فصلی دارد و در مواقع اضطراری و بحرانی جلسات فوق‌العاده تشکیل می‌دهد.

۳) دبیرخانه

این واحد تعدادی کارمند و یک دبیر دارد و مقر آن در شهر وین است. هیات حاکم فردی را به عنوان دبیر کل به اعضا معرفی می‌نماید. در واقع مسئولیت اداره و اجرای امور آژانس به عهده دبیر کل است و هیات حکام بر کار او نظارت می‌نماید.

شورای حکام و اعضای آن

۱ـ اعضای ثابت

۵ کشور امریکا، انگلیس، روسیه، فرانسه و چین که عضو دائمی شورای امنیت سازمان ملل متحد هستند در آژانس هسته‌ای هم کشورهای «امانتدار» نامیده می‌شوند؛ یعنی اختیارات ویژه و خاصی دارند. به مرور زمان ۷ کشور که توانسته‌اند توانمندی‌های هسته‌ای خود در زمینه فن‌آوری و تبدیل مواد و سوخت هسته‌ای را به آژانس اثبات نمایند به عضویت دائم آژانس درآمده‌اند که این کشورها عبارتند از: آلمان، آفریقای جنوبی، برزیل، ژاپن، کانادا، استرالیا، هند.

علاوه بر ۵ عضو دائم، یک کشور هم به صورت شناور از میان کشورهای اروپایی انتخاب می‌شود که در دوره قبلی این عضو شناور کشور هلند بود و در این دوره بلژیک به جای هلند انتخاب شده است.

هرچند که ممکن است در سال‌های آینده سایر کشورها نیز بتوانند با به اثبات رسانیدن توانمندی‌های هسته‌ای خود به عضویت در این آژانس درآیند.

۲ـ اعضای غیرثابت

در انتخابات جدید، از جمله اعضای غیر ثابتیکه به ترکیب شورا پیوسته‌اند عبارتنداز: کلمبیا، کوبا، مصر، لیبی، اندونزی، سوریه، بلاروس، الجزایر، یمن، سریلانکا، غنا، اکوادور، سنگاپور، نروژ، اسلونی، کره جنوبی و عضویت ونزوئلا نیز تمدید شده است.

این اعضای غیرثابت در دوره عضویت خود در شورای حکام در قالب فراکسیون‌هایی تقسیم‌بندی شده و به فعالیت می‌پردازند.

حرف آخر

اگر به موقعیت فعلی نظام بین‌المللی بنگریم خواهیم دید که حاکمیت دنیا پر از تزاحم و بی‌عدالتی است.

در این اوضاع نابرابر، کشورهایی که قصد دارند بر روی پای خود بایستند و قامت راست کنند و خود را از زیر قیود نظام سلطه‌طلب جهانی بیرون بکشند چاره‌ای جز ایستادگی و مقاومت و نهراسیدن از تهدیدها و تحریم‌های اعمال شده از جانب سلطه‌طلبان جهان ندارند.

در این میان کشور ایران که از دیر زمان تحت تسلط امریکا و سایر قدرت‌های بزرگ بوده است و با انقلاب اسلامی خود توانست قد برافرازد اکنون در بیست و هشتمین سال پس از انقلاب خود، به کانون توجه تمام جهان تبدیل شده است. چرا که هرگز از منافع و حقوق حقه خود دست برنداشته و نخواهد داشت و برای دستیابی به حقوق خود از هیچ مقاومت و تلاش و شجاعتی فروگذار نخواهد نمود.

در سال‌هایی که پشت سرگذاشته‌ایم در هر مقطع زمانی با مشکلات فراوانی از جانب ابرقدرت‌ها روبرو شدیم و هرگز از پای ننشستیم و اینک نیز که قدرت‌های جهان که خود به خطرناک‌ترین سلاح‌ها مجهز هستند در تلاش‌اند تا ایران اسلامی را از حق مسلمش که همان دستیابی به انرژی هسته‌ای برای استفاده در زمینه‌های

مسالمت‌آمیز است محروم نمایند، آماده‌ایم که تمامی سختی‌ها و مشکلات و محرومیت‌ها را به جان و دل بخریم و به این توانمندی عظیم دست یابیم.

در این میان آن چه سران حکومت و دیپلمات‌های ایرانی را به تلاش در این زمینه تشویق می‌کند که با شجاعت هرچه بیشتر در برابر ضرب‌الاجل‌ها و تهدیدها و محرومیت‌ها بایستند، پشتوانه واقعی مردمی است که با حمایت‌های خود در قالب راهپیمایی‌های اعتراض‌آمیز به واکنش‌های غرب نسبت به حق مسلم ایران در استفاده از انرژی هسته‌ای موضع خود را در این زمینه معین نموده‌اند.

بدیهی است که سران کشور باید در این راه از فرصت‌های منطقه‌ای و بین‌المللی و ظرفیت‌ها و نقاط قوت داخلی استفاده نمایند تا بتوانند با موفقیت و سرافرازی از این بحران عبور کنند و این کار بایستی با تدبیر و تعقل و پشتوانه مردمی انجام گردد.

خوشبختانه پایداری‌ها و مقاومت‌های ایران در چند ماه اخیر در برابر تهدیدها و ضرب‌الاجل‌های ابرقدرت‌ها، باعث شده است که جامعه بین‌المللی و بازیگران شطرنج هسته‌ای جهان با رویکرد جدیدی به مسأله اتمی ایران بنگرند. مسلما طرح‌هایی که در ماه‌های اخیر در جلسات و نشست‌ها از جانب قدرت‌های جهان به ایران پیشنهاد شده

خود بیان‌گر اینست که ماتوانسته‌ایم به جهان ثابت نماییم که هرگز از پیشرفت در این زمینه عقب نشینی نخواهیم نمود.

هر چند که این طرح‌ها از جمله طرح آفریقای جنوبی مبنی بر این که ایران کیک زرد را از آفریقا دریافت نماید، و یا طرح روسیه مبنی بر این که ایران گاز «هگزا فلوراید» را به روسیه تحویل داده تا روسیه سوخت هسته‌ای ایران را بسازد، خود نقایص و محدودیت‌هایی داشته و مشکلات و هزینه‌های هنگفت اقتصادی و غیره را بر ایران تحمیل می‌نماید و لذا از طرف ایران پذیرفته نشده است.

در پایان باید تاکید نمایم که استراتژی اتمی ایران، برخورداری از فناوری انرژی هسته‌ای به صورت کامل است به نحوی که تمامی مراحل تولید سوخت هسته‌ای در ایران و به دست متخصصان داخلی انجام شود. ایران این هدف را از اولویت‌های مهم اهداف ملی خود می‌داند و به هیچ وجه در این خصوص حاضر به معامله نیست.

مرضیه برهان ـ خرداد ماه ۱۳۸۵

استان اصفهان شهرستان شهرضا

فهرست واژه‌ها

۱- **انرژی هسته‌ای:** اگر اورانیوم را تجزیه نموده و عناصر تجزیه شده از آن را وزن نماییم. وزن مجموع آن‌ها از وزن اولیه اورانیوم کمتر خواهد بود. چون در ازای تجزیه اورانیوم، انرژی عظیمی به نام انرژی هسته‌ای از اورانیوم آزاد می‌گردد.

۲- **اورانیوم:** سنگین‌ترین عنصر موجود در طبیعت با ۹۲ پروتون با بار مثبت و ۱۴۳ نوترون.

۳- **پلوتونیوم:** این عنصر در طبیعت وجود ندارد. اما اگر یک نیروگاه اتمی ۳۰ روز کار کند و پس از آن سوخت آن را خارج نموده و تجزیه نماییم به مقدار قابل توجهی پلوتونیوم دست خواهیم یافت. این ماده آنقدر غنی است که می‌توان از آن بمب اتمی ساخت.

۴- **رآکتور:** دستگاهی است که با آب کار می‌کند. اگر این دستگاه با آب معمولی کار کند رآکتور آب سبک نامیده می‌شود. این نوع رآکتور برای کار به اورانیوم غنی شده نیاز دارد. اما اگر راکتور، با آب سنگین که در هیدروژن آن یک پروتن و یک نوترون وجود دارد کار کند بدان رآکتور آب سنگین گویند. در رآکتور

آب سنگین از اورانیوم معمولی استفاده می شود. به طور کلی با استفاده از راکتور می‌توان به ترکیبات رادیو اکتیو برای استفاده در علوم مختلف از جمله پزشکی و کشاورزی دست یافت.

۵- **سانتریفوژ:** دستگاهی است استوانه‌ای شکل که در درون آن پره‌هایی وجود دارد. این پره‌ها با سرعت زیاد می‌چرخند تا در نتیجه چرخششان اورانیوم طبیعی پس از طی مراحلی به اورانیوم ۲۳۵ تبدیل گردد. البته برای انجام این کار یعنی غنی سازی اورانیوم طبیعی، به مجموعه‌ای از سانتریفوژها نیاز است.

۶- **غنی سازی اورانیوم:** بالا بردن درصد خلوص اورانیوم به دست آمده از طبیعت تا به اورانیوم ۲۳۵ تبدیل گردد. این کار با دستگاه سانتریفوژ انجام می‌شود.

فهرست منابع و مآخذ

۱- روزنامه جام‌جم، ویژه‌نامه نوروز ۱۳۸۵.

۲- ماهنامه سراج بسیجی، سال سوم، شماره ۳۰، آبان ماه ۱۳۸۴.

۳- ماهنامه سرج بسیجی، سال سوم، شماره ۳۱، آذرماه ۱۳۸۴.

۴- ماهنامه سرج بسیجی، سال سوم، شماره ۳۲، دی ماه ۱۳۸۴.

۵- ماهنامه سرج بسیجی، سال سوم، شماره ۳۳، بهمن ماه ۱۳۸۴.

۶- هفته‌نامه هیجار، سال سوم، شماره ۷۶، اسفند ماه ۱۳۸۴.

۷- هفته‌نامه هیجار، سال سوم، شماره ۷۷، اسفند ماه ۱۳۸۴.

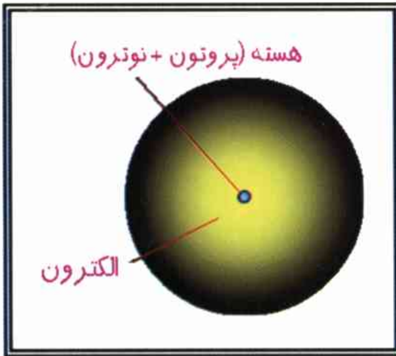
۸- هفته‌نامه میرزمان، سال اول، شماره ۳۶، اسفند ماه ۱۳۸۴.

عکس ۱: حمایت مردم از انرژی هسته‌ای

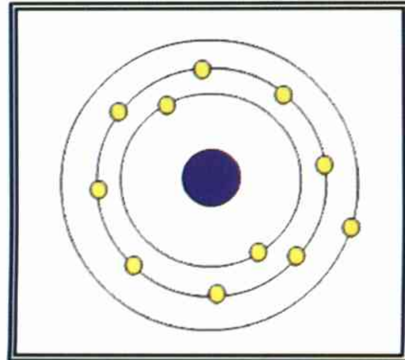


عکس ۲: زنجیره مردم در حمایت از دانش هسته‌ای

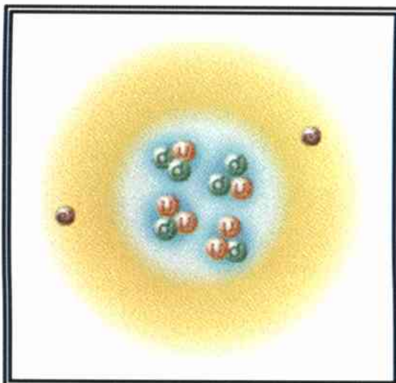




شکل ۳: ساختمان اتم ۱



شکل ۴: ساختمان اتم ۲



شکل ۵: ساختمان اتم ۳

شکل ۶: کیک زرد

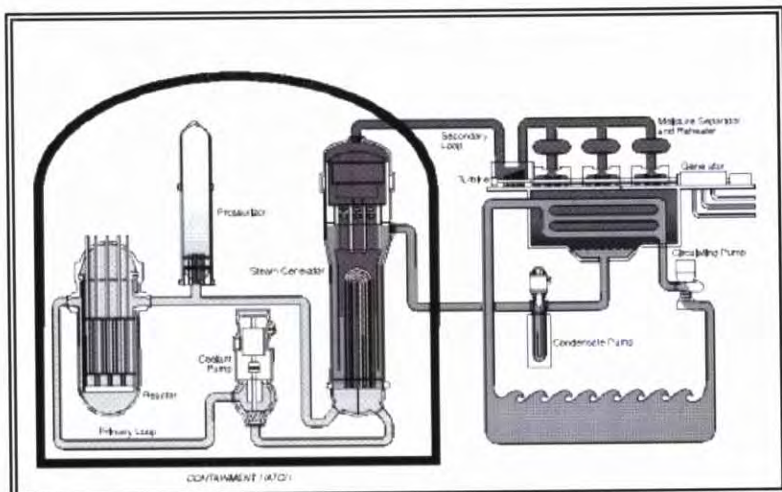


شکل۷ : نیروگاه

Image credit: Space Imaging-Inta Turk/ISIS
Image date: February 29, 2004
Air and ground defense locations
Footprints of the underground cascade halls, designed to hold 50,000 centrifuges
Pilot gas centrifuge plant
Administration building
Dummy building covering the entrance to the underground truck road

February 2004 satellite image of the Natanz uranium enrichment complex. This image shows the location of the underground centrifuge cascade halls, designed to hold 50,000 centrifuges. Under an agreement with the European Union (EU), Iran has temporarily halted all centrifuge construction, testing and operation. The EU and Iran are engaged in a negotiation aimed at achieving a long term arrangement that would provide objective guarantees that Iran's facilities could not be used to make nuclear weapons. Iran proposed installing and commissioning 3,000 centrifuges in the underground site combined with additional transparency measures as a way to provide objective guarantees. The EU has instead proposed ending all uranium enrichment activities as the only way to achieve an objective guarantee.

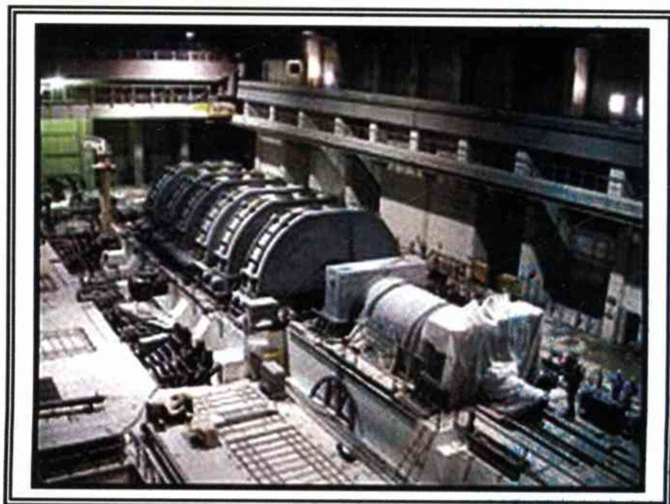
شکل۸ : ساختار راکتور



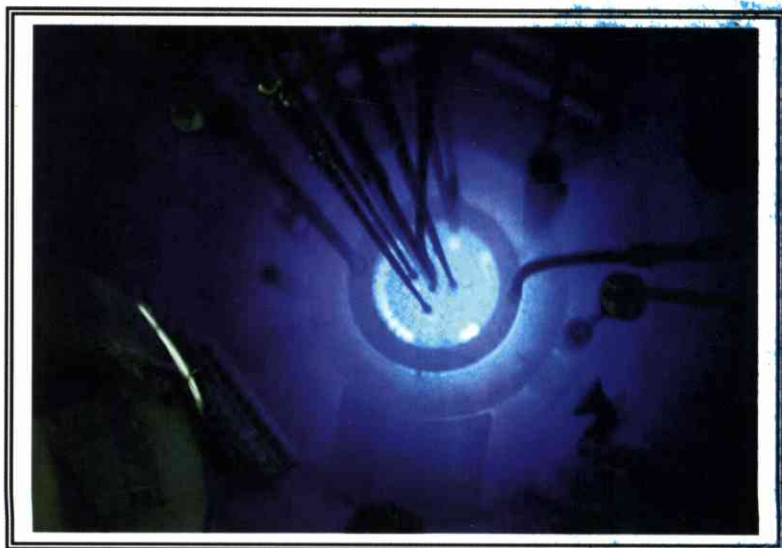
شکل۹ : بمب اتمی در ناکازاکی



شکل ۱۰: مراحل عمل‌آوری مجدد



شکل ۱۱: راکتور تحقیقاتی



شکل ۱۲: راکتور بوشهر



Atom, The Super Powe

What Do We Want?

A Collective Research on Nuclear Energ

And Its Application

M.Borhan

شابک ٦-٢-٩٦٧٠٧-٩٦٤